

Kestävyyssuoksijoiden harjoituskauden testitulosten yhteys kilpailu- kauden suorituskykyyn eri matkoilla

Aleksi Kanerva

Opinnäytetyö

Haaga- Helia ammattikorkeakoulu

Vierumäen yksikkö

Liikunnan ja vapaa- ajan koulutusohjelma

2009



Tekijä Ilkka <u>Aleksi</u> Kanerva	Ryhmä LOT- 2009
Opinnäytetyön nimi Kestävyysjuoksijoiden harjoituskauden testitulosten yhteys kilpailukauden suorituskyykyyn eri matkoilla	Sivu- ja liitesivumäärä 43
Ohjaaja Timo Vuorimaa	
<p>Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää maajoukkueleiritykseen osallistuneiden urheilijoiden harjoituskauden testitulosten yhteyttä kilpailutuloksiin sekä etsiä yhteyksiä testitulosten välille. Myös kilpailutulosten väliset yhteydet olivat tarkastelun kohteena. Tutkimuksella pyrittiin selvittämään testistön sopivuutta kestävyysjuoksijoille sekä eri ominaisuuksien osuutta kilpailusuoritukseen. Tutkimuksen aineisto pohjautui Suomen Urheiluopistolla vuosina 2006- 2009 suoritettujen testien tuloksiin. Testeihin osallistui 40 kestävyysjuoksijaa.</p> <p>Nopean ja matkavauhtisen juoksun kontrolliharjoituksista tarkasteltiin kolmea indeksiä: toiston keskinopeus, parhaan toiston nopeus sekä nopeus veren laktaattipitoisuuden ylittäessä 6mmol/l. Lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin kevennyshypyn ja vatsa- ja selkäliahastestin tuloksia sekä kilpailutuloksia sileillä matkoilla 400 metristä 5000 metriin.</p> <p>Sekä nopean että matkavauhtisen juoksun kontrolliharjoitukset korreloivat hyvin kilpailutulosten kanssa (400, 800, 1500, 3000 ja 5000 metrin matkoilla). Muista testeistä kevennyshyppy oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä kilpailutuloksiin ja korrelaatio oli sitä voimakkaampi, mitä lyhyempi kilpailumatka oli. Vatsalihasten suhteellisen voiman korrelaatio näytti kasvavan kilpailumatkan pidentyessä. Testitulosten keskinäisessä vertailussa havaittiin erittäin voimakas korrelaatio molempien kontrolliharjoitusten välillä. Kilpailumatkojen vertailussa merkittävin havainto oli, että 800 metrin kilpailutulokset korreloivat voimakkaammin 400 kuin 1500 metrin kilpailutulosten kanssa.</p> <p>Tulosten perusteella testipatteristo on kontrolliharjoitusten osalta tarkoituksenmukainen testaamaan nuorten, lähinnä keskimatkoille suuntautuneiden kestävyysjuoksijoiden suorituskyykyä. Muista testeistä myös kevennyshyppy ajaa asiansa. Keskivartalon voimaominaisuudet vaativat vielä lisää tutkimusta.</p>	
Asiasanat kestävyysjuoksu, testaaminen, fyysinen suorituskyyky, fyysiset vaatimukset, kilpailutulos	

18th November 2009

Degree program in sport and leisure management

Author Ilkka <u>Aleksi</u> Kanerva	Group LOT- 2009
The title of thesis Connections between long-distance runners` race results and test results	Number of pages and appendices 43
Supervisor Timo Vuorimaa <p>The purpose of this study was to find the connections between Finnish national team long-distance runners` race results and test results. The tests included two run controlling tests, a leg extensor explosive power test and a middle body power test. The tests were conducted in March 2006-2009. Forty (40) runners participated in the tests, at the Sport Institute of Finland in Vierumäki.</p> <p>On basis of the interval type of controlling tests three indexes were calculated. The indexes were the fastest run, the average of all of the runs and the speed at the 6mmol/l lactate content of blood. The results of the middle body extensor and flexor power test were proportioned to weight (kg/kg). The results of the leg extensor tests were given as the height of the jump (cm). The race results from 400, 800, 1500, 3000 and 5000 metres were used in the study.</p> <p>The results showed a strong correlation between controlling tests and race results. The leg extensor test had also high correlation with the race results, especially in the shortest events from 400 to 1500 metres. According to the results the abdominals are a very important part of running condition, when the race is long. The most important finding between different races is that the correlation between 800 and 400 metres is higher than the correlation between 800 and 1500 metres.</p> <p>Controlling tests seems to be useful to test young middle-distance runners. About other tests, the leg extensor test is also good for this purpose. The middle body power tests need further study.</p>	
Key words long- distance running, testing, physical capacity, physical demands, race results	

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Miksi fyysistä suorituskkyä testataan?	3
3	Hyvän testistön ominaisuuksia.....	5
4	Fyysisten ominaisuuksien testaaminen.....	7
4.1	Kestävyys.....	7
4.2	Nopeus.....	9
4.3	Voima.....	10
4.4	Antropometria	10
4.5	Liikkuvuus	11
5	Urheilijoiden ja kuntoilijoiden testaamisen erot.....	12
6	Eri kestävyysjuoksumatkojen fyysiset vaatimukset	14
6.1	Nopeus.....	14
6.2	Kestävyys.....	15
6.3	Lihaskunto.....	16
6.4	Tekniikka	17
6.5	Antropometria	17
6.6	Liikkuvuus	18
6.7	Taloudellisuus	19
7	Kestävyysjuoksijoiden suorituskvyn testaaminen.....	20
7.1	Juoksijoiden aerobisten kestävyysominaisuuksien mittaaminen.....	20
7.2	Submaksimaalisten kynnsarvojen määrittäminen	20
7.3	Nopeuskestävyyden mittaaminen	21
7.4	Tukiominaisuuksien mittaaminen	21
8	Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat.....	23
9	Menetelmät	24
9.1	Kohderyhmä	24
9.2	Tutkimusasetelma.....	24
9.3	Mittausmenetelmät.....	24
9.3.1	Nopean juoksun kontrolliharjoitus.....	25
9.3.2	Matkavauhtinen kontrolliharjoitus.....	25
9.3.3	Jalkojen nopeusvoiman mittaaminen	26
9.3.4	Keskivartalon voiman mittaaminen.....	26
9.4	Tilastolliset menetelmät.....	26

10 Tulokset.....	27
10.1 Nopean juoksun testitulosten yhteys kilpailutuloksiin.....	27
10.2 Matkavauhtisen juoksun testitulosten yhteys kilpailutuloksiin	28
10.3 Kevennyshyppy- ja keskivartalon voimatestien yhteys kilpailutuloksiin eri matkoilla.....	29
10.4 Testitulosten keskinäiset yhteydet.....	30
10.4.1 Matkavauhtisen juoksun tulosten yhteys muiden testien tuloksiin	30
10.4.2 Nopean juoksun kontrolliharjoituksen tulosten yhteys muiden testien tuloksiin.....	31
10.4.3 Kevennyshyppy- ja keskivartalon voimatestien keskinäiset yhteydet.....	31
10.5 Eri kilpailumatkojen tulosten keskinäiset yhteydet.....	33
11 Pohdinta	34
11.1 Nopean ja matkavauhtisen juoksun yhteys kilpailutuloksiin.....	34
11.2 Jalkojen nopeusvoiman ja keskivartalon voiman testien yhteys kilpailutuloksiin	34
11.3 Testitulosten keskinäiset yhteydet.....	36
11.4 Kilpailutulosten keskinäiset yhteydet	37
11.5 Virhelähteet.....	37
11.6 Yhteenveto	38
Lähteet	39

1 Johdanto

Kestävyyajuoksussa, kuten kaikessa urheilussa, kilpailusuoritus on monen tekijän summa. Tarvitaan päättäväisyyttä, tieto- taitoa, resursseja, lahjakkuutta ja onneakin. Kaikki lähtee urheilijan omasta tahdosta tehdä kovasti töitä ja uhrauksiakin tavoitteidensa saavuttamiseksi. Pelkkä tahdot ei kuitenkaan riitä. Urheilijalta, tai useimmiten erityisesti valmentajalta vaaditaan laajaa tietotaitoa ihmisen fysiologiasta ja anatomiasta, urheiluvalmennuksesta ja jopa psykologian taidoista saattaa tiukassa paikassa olla arvaamatonta hyötyä. Myös resursseja vaaditaan, jotta on mahdollista omistautua täysipainoisesti urheilururalle. Nykypäivän huippu-urheilussa amatööriuskäsite on lähinnä vitsi. Kenelläkään tosissaan maailman huipulle tähtäävällä urheilijalla ei ole varaa antaa kilpakumppaneilleen tasoitusta harjoitteluajassa saati palautumisessa niin paljon, että urheilururan ohella kävisi vielä ”oikeissakin” töissä. Harjoituksellisesti toisen työn tekeminen ehkä vielä olisi mahdollista, mutta palautuminen kahdesta työstä ei enää olisi mahdollista.

Joku on joskus sanonut, että terve mies juoksee maratonin kahteen tuntiin 20 minuuttiin. Epäilisin väitteen lausujan ammattitaitoa, ellei minulla olisi muistikuvaa, että henkilö on kovan luokan urheilumies ja nimenomaan kestävyysjuoksun puolelta. Luulen kuitenkin, että sutkaus on tarkoitettu huumoriksi. Osoituksena tästä esimerkki muutaman päivän takaa Jyväskylästä, jossa juostiin maratonin suomen mestaruudesta 2009. Voittajan aika oli vain hieman alle tuon kyseisen rajan, aika oli 2.19.19, eikä voittaja ollut syntyperäinen suomalainen. Paras syntyperäinen suomalainen saavutti sm- hopeaa ajalla 2.21.34. Tämä esimerkki asetettakoon vain tukemaan sitä käsitystä, että myös geeniperimän on osuttava kohdalleen urheilijalla, joka aikoo maailman huipun valloittaa. Suomen huippu sitä paitsi on miesten maratonilla vielä reilun kuusi minuuttia maailman kärkeä jäljessä.

Voidaan väittää, että onnella ei kestävyysjuoksun kaltaisessa tulourheilussa ole osuutta. Voidaan kuitenkin puhua myös onnesta, jos selviää Suomen pitkästä jäisestä talvesta liukastumatta, pystyy välttämään keväällä vaanivat flunssabakteerit ja loukkaantumisen kompuroimatta viimeistelyharjoituksessa esteeseen. On myös tuhansia muita seikkoja, jotka voivat katkaista hyvän harjoittelun täysin yllättäen sillä seurauksella, että paras mahdollinen kunto jää saavuttamatta.

Se mihin urheilija – valmentaja -parivaljakko pystyy itse parhaiten vaikuttamaan ja on syytäkin keskittyä, on harjoittelu. Urheilija ei voi muuta kuin tehdä parhaansa lenkipolulla ja katsoa mihin se riittää kilpailuissa. Yksi apuväline urheilijan ja valmentajan avuksi harjoittelun suun-

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten eri nopeuksilla tehtyjen juoksutestien sekä kolmen voimaominaisuuksia mittaavan testin tulokset ovat yhteydessä juoksijoiden tuloksiin kilpailukaudella. Lisäksi selvitetään miten testistön suorituskyvyn eri osa-alueita testaavien testien tulokset ovat yhteydessä toisiinsa. Tarkastelun tavoitteena on selvittää testistön tarkoituksenmukaisuutta sekä eri ominaisuuksien osuutta kilpailusuorituksessa.

2 Miksi fyysistä suorituskkyä testataan?

Kuntotestien tekeminen ei koskaan saa olla itsetarkoituksellista. Suunniteltaessa testin tekemistä on ensimmäisenä selvitettävä testattavan tavoitteet, muun muassa mitä varten testattava testiin osallistuu ja mitä tavoitetta kohti testauksen avulla pyritään. Kilpaurheilijoilla pitkäaikaisena tavoitteena on luonnollisestikin huippukunnon saavuttaminen. Kuntoilijalla tavoitteena voi olla esimerkiksi terveyden ja toimintakyvyn kohottaminen tai säilyttäminen. Kuntotestien kohderyhmät ovat varsin moninaiset ja tavoitteita on yhtä monta kuin testattaviakin. Vasta kun testaajalla on tiedossa mitä testiltä halutaan, pystytään suunnittelemaan testistön sisältö. Testataanko lihaskuntoa, liikkuvuutta vai kestävyyttä? Entä testataanko kestävyyttä niin sanotulla suoralla testillä uupumukseen asti vai paremmin kuntoilijoille sopivalla submaksimaalisella testillä, jossa käyttämällä matalampia rasituksen portaita voidaan luotettavasti arvioida maksimaalista suorituskkyä? Ei siis ole mahdollista ensin suunnitella testejä ja sitten vasta etsiä testattavia, vaan aina lähtökohtana on testin kohde, ja hänen tavoitteidensa mukaisesti aletaan suunnitella testipatteriston sisältöjä. Kuntotestillä varsinaista harjoittelun tavoitetta ei kyetä saavuttamaan, mutta testitulosten ja niiden ammattitaitoisen tulkinnan avulla tekemiseen voidaan saada avaimet tavoitteen saavuttamiseksi. (Keskinen, Häkkinen & Kallinen 2004, 12- 13; Westerback 2006, 5.)

Kuntotestin tuloksista voidaan luonnollisestikin havaita, minkälaisessa kunnossa testattava on, mutta eikö urheilijoilla saman asian ajaisi kilpailu? Eikö vitosen juoksija voisi testata kuntoaan viiden kilometrin testijuoksulla? On totta, että urheilijan paras testi on kilpailu. Kuntotestin etu kilpailuihin tai testijuoksuihin nähden kuitenkin on se, että sillä suorituskky voidaan pilkkoa osiin ja tarkastella eri suoritukseen vaikuttavien osa-alueiden kuntoa. Voidaan esimerkiksi testata lihaskuntoa, kestävyyttä tai nopeutta, tai voidaan pilkkoa nämäkin suorituskkyyn osatekijät vielä pienempiin osiin. Esimerkiksi hiihtäjä voisi testata kuntoaan kymmenen kilometrin täysivauhtisella harjoituksella. Toistamalla harjoitus vaikkapa kolmen kuukauden välein, voitaisiin harjoittelun vaikutukset todeta parantuneesta hiihtovauhdista. Mutta johtuuko parantunut tulos tekniikan parantumisesta, kenties ylävartalon parantuneesta lihaskunnosta vai parantuneesta hapenottookyvystä? Kun tiedetään testattavan tavoitteen olevan hiihdossa, voidaan testistö suunnitella siten, että saadaan selville hiihtovauhtiin vaikuttavien tekijöiden kunto. Suorituksen heikkoja kohtia kehittämällä ja vahvuuksia edelleen vahvistamalla saadaan optimaalinen tulos aikaiseksi. (Fogelholm & Vuorimaa 1991, 36- 43; Paunonen 2001; Vuorimaa 2005.)

Myös testien ajankohta vaikuttaa siihen, mitä testeiltä haetaan. Urheilijalle harjoituskauden alussa ja kuntoilijalle ennen harjoittelun aloittamista tehdyillä testeillä kartoitetaan harjoittelun lähtökohdat. Testien tuloksista nähdään, minkälaiselle pohjalle kuntoa aletaan rakentaa. Ilman testausta harjoittelua olisi paljon vaikeampi suunnitella. Varsinkin kokemattomilla liikkujilla käsitys omasta kunnosta saattaa olla vääristynyt ja johtaa ylilyönteihin tai liian varovaiseen harjoitteluun. Liian kevyt harjoittelu ei tuota tuloksia, liian kovan harjoittelun johdosta liikunta-harrastus taas saattaa pahimmassa tapauksessa loppua kokonaan. Kumpikaan vaihtoehto ei ole tavoitteelliselle kuntoilijalle hyväksi. Urheilijoilla harjoittelun oikean intensiteetin löytäminen on jopa hankalampaa kuin kuntoilijoilla. Liian kevyt harjoittelu ei vie kuntoa toivotulla tavalla eteenpäin ja liian kovasta harjoittelusta seuraa sairastumisia ja vammoja. Kuten moni huippu-urheilija on todennut: harjoittelu on jatkuvaa veitsenterällä tanssimista. Harjoittelun tulisi olla maksimaalisen kovaa, mutta sietokyvyn ylittämiseen ei ole varaa. Testauksen avulla voidaan löytää kullekin yksilölle sopiva intensiteetti ja volyymi harjoitteluun. Harjoituskaudella tehtyjen testien tuloksista voidaan sitten arvioida harjoittelun onnistumista ja vetää uusia suuntaviivoja suorituskyyvyssä tapahtuneiden muutosten mukaisesti. (Karvonen, Kultti & Orava 1989, 22.)

3 Hyvän testistön ominaisuuksia

Mitä ominaispiirteitä pätevällä fyysisten ominaisuuksien testillä on? Minkälainen testin tulisi olla, jotta sen tuloksia voitaisiin pitää arvokkaina fyysisten ominaisuuksien kartoittamisessa sekä menneen harjoittelun arvioinnissa että tulevan harjoitusohjelman suunnittelussa? Ensinnäkin testistön tulee testata ominaisuuksia, joista ollaan kiinnostuneita. Tämä vaatii testaajalta ammattitaitoa. Ongelma tulee usein esiin lihaskuntotesteissä. Testattaessa esimerkiksi suoria vatsalihaksia istumaannousulla avustajan pitäessä testattavan jaloista kiinni testi kohdistuu helposti vatsalihasten sijaan lonkankoukistajiin. Tällöin huonot vatsalihakset omaava voi saadakin hyvän testituloksen. Edellä mainitun kaltainen testi ei ole pätevä eli validi eikä sitä siksi tulisi käyttää osana fyysisen kunnon testausta. Toiseksi testin tulee olla tarkoituksenmukainen. Urheilijoiden kohdalla tämä tarkoittaa, että tulisi ottaa huomioon joidenkin fyysisten ominaisuuksien lajispesifisyys. Juoksijan ei esimerkiksi kannata mittaauttaa maksimaalista hapenottokykyään polkupyöräergometritestillä vaan hän saa luotettavamman tuloksen juosten tehdyllä testillä. Kuntoilijan ei myöskään ole mielekästä tehdä samanlaisia testejä kuin huippu-urheilijoiden. Kuntoilijalle riittävä tarkkuus kuntotesteissä saadaan jo submaksimaalisilla testeillä, eikä varmasti ole mielekästä teettää hänellä maksimaalista ponnistelua vaativaa testiä, oli sitten kyseessä kestävyys, voiman tai minkä tahansa muun fyysisen kunnon osa-alueen testaaminen. (Keskinen ym. 2004, 14- 15; Westerback 2006, 6.)

Kuntotestauksen tulisi olla aina tarkasti kontrolloitua ja valvottua. Valvonnan tulisi sisältää itse testitapahtuman lisäksi myös testiä edeltävät muutamat päivät. Kontrollilla testitilanteessa tarkoitetaan muun muassa olosuhteiden vakiointia. Esimerkiksi muutokset säässä ja testivälineissä vaikuttavat tuloksiin. Tämä tulee ottaa testauksessa huomioon. Testiin osallistujille tulee myös antaa hyvissä ajoin yksityiskohtaiset ohjeet, kuinka testiä edeltävinä muutamina tunteina ja jopa edeltävinä päivinä tulisi toimia. Urheilijoilla tämä tarkoittaa lähinnä ohjeistusta harjoittelun keventämiseksi pariiksi päiväksi ennen testiä. Kuntoilijoilla valmistautumisen tärkeimmät asiat ovat raskaan aterian välttäminen muutamaa tuntia ennen testiä ja alkoholista kieltäytyminen pariin testiä edeltävään päivään. (Keskinen ym. 2004, 14- 15; Nummela, Mero, Keskinen 1997, 292- 293; Westerback 2006, 6- 9.)

Yksi tehty testi kertoo jo hieman testatun henkilön fyysisistä ominaisuuksista ja ehkä hieman hänen taustoistaan liikunnanharrahtajana. Paljon enemmän hyötyä testaamisesta saadaan kuitenkin, kun testi toistetaan tasaisin väliajoin. Urheilijoilla tämä voi tarkoittaa kuukausittain ja kuntoilijoilla esimerkiksi puolivuositain toistuvia testejä. Mikäli testin avulla halutaan päivittää

harjoittelun ohjearvoja, esimerkiksi kestävyysharjoittelun intensiteettiä eri harjoituksissa tai voimaharjoittelun vastuksia, tulee miettiä, kuinka nopeasti kunnossa on tapahtunut niin suuri parantuminen, että uusintatestin tekeminen koetaan tarpeelliseksi. Harjoittelun innokkaasti aloittanut kuntoilija saa hyvinkin nopeasti merkittäviä tuloksia aikaiseksi ja harjoitusintensiteettien tarkistaminen saattaa olla paikallaan hyvinkin pian. (Keskinen ym. 2004, 14- 15; Westerback 2006, 5- 7.)

Erityisesti kuntoilijoita, mutta myös urheilijoita testattaessa tulee ottaa huomioon turvallisuuskulma. Iäkästä, heikkokuntoista ja ylipainoista henkilöä ei ilman lääkärintarkistusta saa ohjata tekemään fyysisesti rankkaa testiä. Testaajan tulee huolehtia myös suoritustekniikan oikeellisuudesta. Maksimivoimaa kartoittavassa testissä voi huonolla tekniikalla tehty suoritus aiheuttaa vakavankin loukkaantumisen. Suoritustekniikka on tärkeä seikka myös testin luotettavuuden kannalta. Sairaana ei luonnollisestikaan tule testiin osallistua. Ensinnäkin siksi, että se ei ole turvallista ja toiseksi tulokset eivät ole tällöin vertailukelpoisia. Lisäksi testattavalle tulee ennen testin alkua tehdä selväksi, että hän voi keskeyttää testin milloin vain haluaa. (Keskinen ym. 2004, 14- 15; Westerback 7- 11.)

Palautteen anto on tärkeä osa testaamista. Palaute on annettava mahdollisimman nopeasti ja ilman turhia välikäsiä. Nopea palautteen saanti on tärkeää erityisesti urheilijoille, koska viiveellä saatu palaute viivästyttää mahdollisesti tarpeellisten muutosten tekemistä harjoitusohjelmaan. Välikädet palautteen annossa saattavat aiheuttaa vääriä johtopäätöksiä testin tuloksista ja näin ollen testaus menee ainakin osittain hukkaan. (Keskinen ym. 2004, 14- 15; Nummela ym. 1997, 292- 293.)

4 Fyysisten ominaisuuksien testaaminen

Fyysisten ominaisuuksien testaamiseen on kehitetty paljon erilaisia testejä. Eri lajien edustajat ovat kehittäneet omaa lajiaan silmälläpitäen testejä, jotka tarkoituksenmukaisimmin testaavat juuri siinä lajissa vaadittavia ominaisuuksia lajinomaisella tavalla. Monista testeistä on sovellettu versioita tehtäväksi laboratoriossa tai kenttäolosuhteissa. Lajien sisällä testejä on sovellettu käyttämällä lajinomaisia välineitä apuna: esimerkiksi juoksumattoa, kävelysauvoja, polkupyöräergometria tai soutuergometria. Terveyskunnan testaamisessa pyöräergometri on oiva väline, mutta juoksijan testaamisessa pyörällä ei ole järkeä suorituskykyisyyden ollessa ainakin osittain lajispesifiä. Testeistä on kehitetty myös omat versiona kuntoilijoille ja urheilijoille. Urheilijat vedetään testeissä usein äärirajoilleen mahdollisimman tarkan testituloksen saamiseksi, mutta ylipainoisen heikkokuntoisen henkilön testaamisessa se ei välttämättä olisi järkevää, vaan hänelle tehdään mieluummin hieman kevyempi submaksimaalinen testi, jonka tarkkuus on kuntoilijalle aivan tarpeeksi hyvä. (Keskinen ym. 2004, 14- 15.)

4.1 Kestävyys

Aerobista kestävyyttä voidaan testata joko maksimaalisilla tai submaksimaalisilla testeillä. Maksimaalisissa testeissä rasitusta nostetaan testattavan uupumukseen asti. Tästä syystä maksimaalisia testejä käytetään yleensä ainoastaan urheilijoilla ja tavoitteellisimmilla kuntoilijoilla. Submaksimaalisissa testeissä rasitus ei nouse yhtä korkeaksi ja siksi niitä suositellaan käytettäväksi heikompikuntoisilla ja terveyskunnan testaamiseen. Testit voidaan jakaa myös suoriin ja epäsuoriin testeihin. Suorissa testeissä käytetään hengityskaasuanalysaattoria apuna, jolloin maksimaalisesta hapenottokyvystä (VO_2max) saadaan tarkka arvo. Epäsuorissa testeissä hapenottokyvyn arvo on vain arvio, joka perustuu sykkeen ja hapenkulutuksen lineaariseen yhteyteen. Toisin sanoen seuraamalla sykkeen käyttäytymistä submaksimaalisilla rasituksen portailla voidaan arvioida kuinka raskasta työtä testattava kykenisi tekemään. Matemaattisten kaavojen avulla voidaan laskea, paljonko happea kyseinen työ vaatii, ja sitä kautta saadaan arvioitua henkilön maksimaalinen hapenottokyky. Yhteistä näille testeille on se, että molemmista saadaan joko suoraan, tai pystytään epäsuorasti arvioimaan maksimaalinen hapenottokyky, joka toimii aerobisen kestävyyskunnan indikaattorina. Maksimaalinen hapenottokyky kertoo absoluuttisesti kuinka monta litraa happea urheilijan elimistö pystyy käyttämään energianmuodostukseen minuutissa (L/min). Arvo voidaan muuntaa myös suhteelliseksi arvoksi (ml/kg/min), joka kertoo enemmän urheilijan suorituskykyisyydestä. (Nummela 2004a, 51- 57; Nummela, Keskinen & Vuorimaa 2004, 358- 362; Westerback 2006, 13- 15 & 36.)

Aerobista kestävyyttä voidaan testata sekä laboratorio- että kenttäolosuhteissa. Laboratoriossa kuntoilijoita testataan useimmiten WHO:n (World Health Organisation) kolmiportaisella submaksimaalisella polkupyöräergometritestillä. Kenttätesteillä tarkoitetaan useimmiten juoksuralalla tehtyjä testejä. Juoksurala on kenttätestille sopiva alusta, koska se on tasainen ja liikuttu matka on siinä helppo mitata. Kenttätesteinä kuntoilijoille tehdään esimerkiksi UKK- kävelytestiä ja Cooperin testiä. UKK- kävelytestissä kävellään kaksi kilometriä maksimaalisella tasaisella vauhdilla. Kuntoindeksi lasketaan kaavalla, johon sijoitetaan ikä, pituus, paino, kävelyaika ja loppusyke. Cooperin testissä juostaan 12 minuuttia ja kuntoa arvioidaan tuossa ajassa juostun matkan perusteella. Molempiin testeihin on kehitetty myös kaavat, joiden avulla voidaan laskea maksimaalinen hapenottokyky. (Keskinen, O., Mänttari & Keskinen, K. 2004, 109; Oja ym. 2006, 6- 38; Westerback 2006, 32- 38.)

Urheilijoiden kestävyyttä testataan laboratoriossa ergometritesteillä, joiden välineistö riippuu urheilijan lajista. Juoksijat tekevät testin juoksumatolla juosten, hiihtäjät sauvakävelen tai hiihtäen, pyöräilijät polkupyöräergometrillä polkien ja soutajat soutuergometrillä soutaen. Testi aloitetaan pienen verryttelyn jälkeen aivan hiljaisella vauhdilla. Muutaman minuutin välein vauhtia nostetaan kunnes testattava ei enää jaksaa suorittaa tarvittavaa tehoa. Kenttätestinä urheilijoille tehdään esimerkiksi Conconin juoksutestiä. Conconin testissä juoksunopeutta lisätään tasaisesti joka 200 metrin välein. Maksimaalinen hapenottokyky saadaan arvioitua nopeudesta johon urheilija parhaimmillaan testissä kykenee. Luotettavin tulos testistä saadaan kun se tehdään sisähallissa valoajan avustuksella. (Keskinen, O. ym. 2004, 110; Oikarinen ym. 1988, 24- 25.)

Jotta kestävyystesteistä saataisiin kaikki hyöty harjoittelun suunnitteluun, kannattaa testin yhteydessä määrittää myös niin sanotut submaksimaaliset kynnysvauhdit harjoittelua ohjaamaan. Kynnysvauhdit kertovat millä nopeuksilla aerobinen kestävyys harjoittelu tulisi tehdä. Peruskestävyys harjoittelu tehdään aerobisen kynnyksen alapuolella, vauhtikestävyys harjoittelu aerobisen- ja anaerobisen kynnyksen välissä ja maksimikestävyys harjoitukset anaerobisella kynnyksellä. Kynnysvauhdit pystytään määrittelemään käyttämällä testissä sykemittaria ja laktaatin eli maitohapon mittausvälineitä ja/ tai hengityskaasuanalysaattoria. Rasituksen noustessa aerobinen kynnyks on kohdassa, jossa maitohapon pitoisuus kapillaariveressä ja hapenkulutus ensimmäisen kerran lähtevät selvään nousuun. Laktaattipitoisuuden ja hapenkulutuksen toisessa

selvässä nousu kohdassa on anaerobinen kynnys. (Nummela ym. 2004, 360- 361; Paunonen 2005.)

Anaerobisen kestävyuden eli nopeuskestävyyden testaamiseen voidaan käyttää esimerkiksi suomalaisen pikajuoksuvalmentajan Ari Nummelan kehittämää MART'- testiä. Testissä suoritetaan polkupyöräergometrillä 20 sekunnin työjaksoja 100 sekunnin palautuksella. Työjaksoiden teho nousee koko testin ajan kunnes urheilija ei enää kykene suorittamaan tehojaksoa. Laktaattijä ja sykemittareita apuna käyttämällä voidaan arvioida myös oikeat tehoalueet erilaisiin nopeuskestävyyden intervalliharjoituksiin. (Nummela 2004c, 117- 124; Nummela 2004b, 326- 330.)

4.2 Nopeus

Nopeus voidaan jakaa kolmeen luokkaan: reaktionopeus, räjähtävä nopeus ja liikkumisnopeus. Liikkumisnopeus jaetaan vielä maksimaaliseen ja submaksimaaliseen nopeuteen. Reaktionopeuden mittaamiseen tarvitaan reaktioaikamittari, jonka avulla mitataan aika joka ärsykkeen antamisesta on kulunut reagointiin. Ärsyke voi olla esimerkiksi kuulo- tai näköhavainto. Kaikille tuttu esimerkki reaktioajan mittaamisesta on pikajuoksun lähtö. Lähdössä telineisiin liitetty anturi mittaa urheilijan reaktioajan lähettäjän antamaan kuuloärsykkeeseen eli starttipistoolin laukaukseen. Räjähtävää nopeutta voidaan mitata esimerkiksi kontaktimatolla erilaisin hypyillä. Kevennyshypyssä testattava laskeutuu kyykkyyntä kädet lanteilla siten, että reidet ovat alasuunnassa maton suuntaisesti. Alasuuntoon ei tarvitse pysähtyä. Testattava suorittaa hypyn ja laskeutuu matolle päkiät edellä jätettyä jalat lähes ojennettuina päkiöille hyppimään. Alustulo tehdään siis samassa asennossa kuin matolta lähtökin. Ohjelma laskee henkilön maksimikorkeuden lentoajan perusteella. Liikkumisnopeutta pyritään useimmiten mittaamaan lajispesifisti siten, että esimerkiksi jalkapalloilijat tekevät testin juosten ja jääkiekkoilijat luistellen. Yleisimmin liikkumisnopeutta mitataan joko maksimaalisen kiihdytysnopeuden tai maksimaalisen liikkumisnopeuden testeillä. Testeissä juostaan kaksien 30 metrin välein pystytettyjen valokennojen läpi, jotka mittaavat matkaan käytetyn ajan. Eroa kiihdytysnopeuden ja maksimaalisen liikkumisnopeuden testeissä on se, että ensin mainitussa testissä lähtö tapahtuu ensimmäisten valokennojen vierestä ja jälkimmäisessä noin 30 metrin päästä valokennosta. Tällöin maksimaalisen kiihdytysnopeuden testissä mitataan urheilijan kiihdytysominaisuuksia, kun taas maksimaalisen liikkumisnopeuden testissä koko 30 metrin matka juostaan ainakin teoriassa maksimaalisella nopeudella. (Mero 2004b, 164- 168; Mero, Jouste & Keränen 2004, 293- 305.)

4.3 Voima

Voiman testaaminen voidaan jakaa kolmeen kategoriaan aivan kuten voimanlajitkin: Kestovoima, maksimivoima ja nopeusvoima. Näitä voiman eri lajeja testataan hyvin samantyyppisesti kuin niitä harjoitellaankin. Kestovoimaa testataan pienen lisäkuorman kanssa tehden paljon toistoja. Kestovoiman testejä kutsutaan usein myös lihaskuntotesteiksi ja niitä tehdään useimmiten kuntoilijoille. Keskivartalon kestoivoimaa voidaan mitata esimerkiksi 30 sekunnin istumaannousu testillä ja käsien kestoivoimaa yhtä pitkällä etunojapunnerrus testillä. Maksimivoimaa testataan yksinkertaisesti tekemällä yksi toisto niin suurella kuormalla kuin mahdollista. Kuntoilijoille on kehitetty myös useamman toiston maksimi testejä. Näissä testeissä tehdään esimerkiksi viisi toistoa niin suurella kuormalla kuin mahdollista ja tuloksen perusteella arvioidaan niin sanottu ykkösmaksimi. Nopeusvoimaa voidaan testata kuten räjähtävää nopeutta erilaisin hyppyn ja juoksuin (kts. 3.2. Nopeus). (Aalto 2008, 41- 44 & 56- 58; Westerback 2006, 45- 54.)

4.4 Antropometria

Antropometrisia mittauksia eli kehon koostumusta ja rakennetta mittaavia testejä tehdään paljon erilaisia. Yleisimmin tehtäviä mittauksia ovat pituus, paino ja kehonkoostumus. Antropometriaan liittyy myös vartalon mittasuhteiden määrittäminen. Urheilun kannalta se ei ole kovinkaan merkityksellistä, vaikka mittasuhteet urheilusuoritukseen paljon vaikuttavatkin, koska niihin ei juuri pystytä vaikuttamaan. Kehon mittasuhteiden määrittelystä on apua lähinnä urheilijoiden rakenteellisen lahjakkuuden arvioimisessa ja biomekaanisessa tutkimuksessa. Esimerkiksi kestävyysjuoksijalle edullinen ruumiinrakenne ovat pitkät ohuet jalat ja lyhyt selkä. Koska näihin ominaisuuksiin ei pystytä vaikuttamaan, niiden käsittely on tässä yhteydessä turhaa. Pituuden ja painon mittaamiseen käytettävät menetelmät lienevät kaikille tuttuja. Näiden mittaustulosten perusteella voidaan määrittää painoindeksi (BMI, Body Mass Index), joka kuvaa painon suhdetta pituuteen. BMI lasketaan kaavalla $\text{paino(kg)} / \text{pituus}^2(\text{m})$. Esimerkiksi 80kg painavan ja 175cm pitkän urheilijan painoindeksi lasketaan $80/1,75^2 = 26,1$. Normaalipainon kriteerinä pidetään painoindeksin arvoja 20- 25, eli tällöin esimerkkihenkilömme on lievästi ylipainoinen. (Aalto 2008, 96; Fogelholm 2004, 45- 50; Westerback 2006, 27- 31.)

Kehonkoostumuksen mittaamisen voidaan käyttää erilaisia menetelmiä. Rasvaprosenttia voidaan mitata esimerkiksi ihopoimiumittauksella. Tarkemmin kehonkoostumusta voidaan mitata biosähköimpedanssimenetelmällä ja vesipunnituksella. Ihopoimiumittauksessa ihonalaista ras-

vakerrosta mitataan eräänlaisilla pihdeillä neljästä eri kohdasta: olkavarren ojentajan päältä, hauislihaksen päältä, lavanalus- ihopoimusta ja suoliluun harjanteelta. Laskukaavoja käyttämällä näistä tuloksista voidaan arvioida kehon rasvan määrää. Biosähköimpedanssi- analyysissä heikko sähkövirta johdetaan testattavan läpi. Laite arvioi kehonkoostumusta vartalon sähkönjohtavuuden perusteella. Vedenalaispunnitus on tarkin, mutta myös monimutkaisin ja kallein tapa kehonkoostumuksen mittaamiseksi. Tapa perustuu Arkhimedeen lakiin, jonka perusteella veden kappaleelle aiheuttama noste on yhtä suuri kuin kappaleen syrjäyttämän veden massa. Vedenalaispunnituksessa ihminen upotetaan veteen ja tämän syrjäyttämän vesimassan perusteella arvioidaan kehonkoostumusta. (Fogelholm 2004, 45- 50; Westerback 2006, 27- 31.)

4.5 Liikkuvuus

Liikkuvuudella eli notkeudella tarkoitetaan lihas- jännekomponentin vaikutusta nivelen liikelaajuuteen. Passiivisesti nivelen liikkuvuutta rajoittaa nivelen rakenne. Tähän ei pystytä harjoittelulla vaikuttamaan. Aktiivisesti liikkuvuuteen vaikuttaa jänne- lihas- yhdistelmä, johon liikkuvuusharjoittelun vaikutukset pyritään kohdistamaan. Äärimmäisten urheilusuoritusten lisäksi hyvästä liikkuvuudesta on hyötyä myös tavallisille ihmisille arjen askareissa. Huono liikkuvuus vähentää muun muassa ketteryyttä ja tasapainoa, joiden tiedetään olevan tärkeitä ominaisuuksia etenkin vanhusten kotona selviämisen edistämisessä. Liikkuvuuden heikkeneminen altistaa myös erilaisille tuki- ja liikuntaelimistön vaivoille. Urheilijoilla huono liikkuvuus lisää vammaalttiutta ja heikentää suorituksen taloudellisuutta. (Ahtiainen 2004, 180- 185; Mero & Holopainen 2004, 364- 369.)

Liikkuvuutta voidaan testata esimerkiksi monilla hyvin paljon venyttelyä muistuttavilla liikkeillä. Testiliikkeet pyritään kohdistamaan keskeisiin niveliin, joita ovat lonkka- ja olkanivelet. Lisäksi testejä kohdistetaan usein selkärankaan, polveen ja nilkkaan. Testit valitaan siten, että ne kohdistuvat niveleen jonka toiminta on kohdehenkilölle erityisen tärkeää, joko arjessa selviytymisen kannalta tai huippusuorituksen saavuttamiseksi urheilussa. Usein käytettyjä liikkuvuustestejä ovat hartiakääntö, eteentaivutus joko seisten tai istuen, spagaatit ja selän sivutaivutus. (Ahtiainen 2004, 180- 185; Mero & Holopainen 2004, 364- 369.)

5 Urheilijoiden ja kuntoilijoiden testaamisen erot

Eroja kuntoilijoiden ja urheilijoiden testaamisessa on ensinnäkin tavoitteissa. Huippu- urheilijat elävät kurinalaista elämää ja harjoittelevat vuosikausia kovaa saavuttaakseen tavoitteensa. Tavoitteena saattavat olla olympialaiset tai esimerkiksi maailmanennätys. Joka tapauksessa urheilija tavoittelee parasta mahdollista tulosta, johon hänen lähtökohdistaan on mahdollista päästä. Kuntoilijan tavoitteet eivät ole ehkä yhtä kunnianhimoisia, mutta testaajan kannalta aivan yhtä tärkeitä. Kuntoilijat tavoittelevat hyvinvointia, terveyttä ja jaksamista, jotta arkirutiinien pyörittämisen jälkeen voimia jäisi vielä laadukkaaseen vapaa-aikaankin. Tavoitteet ovat lähtökohta kaikella testaamisella ja niiden asettamisesta lähtien alkavat kuntoilijoille ja urheilijoille suunnatut fyysisensuorituskyvyntestit erkaantua toisistaan. (Keskinen ym. 2004, 14- 15.)

Urheilijan suorituskyvyn kehittämisessä pyritään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen. Niiden ominaisuuksien osalta, joita kunkin urheilijan lajissa huipulla menestyminen vaatii, on urheilijan suorituskyyky harjoitettu äärimmilleen. Lajianalyysin avulla urheilusuoritus on pilkottu osiin ja siitä on eroteltu fyysiset osatekijät, jotka vaikuttavat kilpailutuloksen syntyyn. Nykyaikainen urheilu on kuin tiedettä. Tästä syystä testausmenetelmien on oltava lajispesifejä ja eksaktisti lajin vaatimukset huomioonottavia, jotta tulokset ovat käyttökelpoisia. Myös testipalautus tulee olla tarkkaa eikä tuloksessa suvaita suuria virhemarginaaleja. Kuntoilijat eivät tavoitteidensa saavuttamiseksi tarvitse yhtä tarkkoja tuloksia. Testausmenetelmät ovat yleispäteviä ja monipuolisia. Eri lajeja harrastavat kuntoilijat testataan samoin menetelmin ja testin tulos voi hyvinkin olla vain arvio suorituskyvystä. Kuntoilijoiden lihaskuntoa mitataan monipuolisilla testeillä koko kehon osalta, kun taas urheilijoilla keskitytään tarkasti vain niihin lihasryhmiin, jotka ovat lajin kannalta tärkeitä. Kestävyysjuoksijoilta saatetaan testata ainoastaan jalkojen lihaskuntoa, ehkä myös keskivartaloa, kun taas kuntoilijoille tehdään monipuolisemmin koko kehon lihaskuntoa testaava testipatteristo. (Keskinen ym. 2004, 14- 15.)

Valmistautumisessa testiin urheilijoiden ja kuntoilijoiden välillä on suuri ero. Urheilijat käyvät testeissä monta kertaa vuodessa ja ovat luultavasti käyneet jo useamman vuoden ajan. Monelle kuntoilijalle testaus kerta saattaa olla ensimmäinen ja kaikki käytännöt ovat uusia. Kuntoilijoille tulee siksi antaa hyvinkin yksityiskohtaiset ohjeet kuinka rankkaan liikuntasuoritukseen valmistaudutaan, aina ruokailusta ja pukeutumisesta lähtien. Kokemattomille kuntoilijoille tulee jopa kertoa miltä testin tekeminen tuntuu, jotta turhilta keskeytyksiltä välttyttäisiin. Urheilijoille rankkaan harjoitukseen valmistautuminen on tutumpaa. Myös turvallisuuden suhteen tulee kuntoilijoiden kanssa olla erityisen tarkkana. Kuntoilijan terveydentilan kestävyyttä ei ole tes-

tattu rankoissa harjoituksissa. Osa kuntotestiin osallistujista ei ole saattanut harrastaa hikoilua aiheuttavaa liikuntaa vuosiin, tällöin testiin osallistumisesta tulee keskustella lääkärin kanssa. Urheilijan elimistön tiedetään kestävänsä kovaa fyysistä rasitusta, eikä vastaavaa riskiä siksi ole. (Kallinen 2004, 23- 43; Keskinen ym. 2004, 15.)

Paitsi palautteen tarkkuudessa, myös sen antotavassa on eroja urheilijoiden ja kuntoilijoiden välillä. Urheilija ei huonosti menneen testin jälkeen halua kuulla, että kunto on ihan hyvä, koska hän tietää, ettei asianlaita näin ole. Enemmän urheilija saa hyötyä rehellisestä kiertelemättömästä palautteesta, jossa selvästi osoitetaan heikkoudet ja vahvuudet. Kuntoilijan palautteen annossa tulee olla tarkempi ja herkempi aistimaan ihmistyyppiä. Usein positiivisten asioiden kautta kannustamalla saadaan kuntoilija motivoitua heikkouksien kehittämiseen. Molempien testauksen kohderyhmien tavoitteena on kuitenkin saada motivaatiota ja opastusta harjoittelun kehittämiseen. (Keskinen ym. 2004, 11- 16; Westerback 2006, 5.)

6 Eri kestävyysjuoksumatkojen fyysiset vaatimukset

Kestävyys on merkittävä ominaisuus lajeissa, joiden kesto on noin kaksi minuuttia tai enemmän. Tästä johtuen kestävyysjuoksumatkoiksi luetaan lapsilla matkat 600 metristä ylöspäin ja aikuisilla 800 metristä ylöspäin. Kestävyysjuoksumatkojen ylärajaa ei nykypäivänä liene viisasta määrittää, koska niin sanotut ultrajuoksijat kilpailevat jopa tuhansien kilometrien kilpailuissa. Radalla aikuiset juoksevat useimmiten matkoja 800 metristä 10 000 metriin. Harvakseltaan rataisojen ohjelmassa on myös pidempiä matkoja. Maastossa ja maantiellä vain kilpailunjärjestäjän mielikuvitus on rajana kestävyysjuoksumatkojen monipuolisuudelle. (Mero 2004a, 405-406; Nummela ym. 2004, 333; Vuorimaa 1997, 511.)

Kestävyysjuoksumatkojen monipuolisuudesta johtuen samat juoksijat eivät pärjää huipulla kaikissa kestävyysjuoksulajeissa, vaan kullekin matkalle on erikoismiehensä tai -naisensa. Maile-rit juoksevat 800 ja 1 500 metriä. Pitkien ratamatkojen juoksijat taas juoksevat matkoja 3 000 metristä 10 000 metriin. Maratoonarit juoksevat puolikasta sekä koko maratonia. Ultrajuoksijoiksi kutsutaan maratonia pidemmällä matkoilla kilpailevia juoksijoita. Tämä jako on hyvin karkea, ja lähes kaikki juoksijat juoksevat niin sanottuja ali- ja ylimatkoja harjoituksina ennen tärkeimpiä kilpailuja. Juoksijat erikoistuvat lajeihin fyysisten ominaisuuksiensa perusteella. Lajin valintaviiteessä nuori juoksija valitsee päämatkakseen tai päämatkoikseen lajin, johon hänen fyysiset sekä psyykkiset ominaisuutensa parhaiten sopivat. Lajin valintaan vaikuttavia fyysisiä ominaisuuksia ovat nopeus, kestävyys, lihaskunto, liikkuvuus, tekniikka sekä antropometria. (Mero 2004a, 405-406; Nummela ym. 2004, 333; Vuorimaa 1997, 511.)

6.1 Nopeus

Mitä lyhyempi on juoksijan kilpailumatka, sitä suurempi merkitys tuloksen kannalta on urheilijan nopeusominaisuuksilla. Nopeus on siis valttia etenkin lyhimmillä 800 ja 1500 metrin juoksumatkoilla. Edellä mainittujen matkojen miesten maailmanennätysjuoksuissa urheilijan keskimääräinen nopeus on ollut 12,6s/ 100m ja 13,7s/ 100m. Jotta eurooppalaisen mailin eli 1 500 metriä pystyy juoksemaan tuollaisella vauhdilla, on urheilijan sadan metrin ennätyksen oltava luonnollisestikin selvästi kovempi kuin tuo 13,7 sekuntia. ”Huippujuoksijoista tehtyjen selvitysten perusteella nopeusreserviä 800 metrin ennätysvauhdista maksiminopeuteen pitää olla lähes 2s/ 100m.” (Vuorimaa 1997, 511.) Tämä tarkoittaa, että maailmanennätysjuoksijan sadan metrin ennätyksen tulee olla noin 11 sekuntia. Näin suuren nopeuden mahdollistamiseksi-

si urheilijalla tulee olla luonnostaan edellytyksiä nopeaan juoksuun ja harjoitteluun pitää sisältyä paljon nopeaa juoksua. (Kansainvälinen yleisurheiluliitto 2009; Vuorimaa 1997, 511- 521.)

Pitkillä ratamatkoilla nopeus ei ole yhtä tärkeä ominaisuus kuin 800 ja 1 500 metrillä. Etiopian Kenenisa Bekelen juostessa 10 000 metrin maailmanennätyksen 26:17.53, hän juoksi 100 kertaa 100 metriä 15,8 sekunnin keskiarvolla. Pystyäkseen viimeisellä kierroksella vielä kiihdyttämään vauhtiaan loppukiriin 9 600 metrin juoksun jälkeen myös häneltä pitkien ratamatkojen juoksijana vaaditaan suurta nopeusreserviä. (Kansainvälinen yleisurheiluliitto 2009.)

Pitkiä ratamatkoja juoksevat urheilijat eivät tee varsinaisia nopeusharjoituksia, kuten pikajuoksijat ja suomalainen valmennusjärjestelmä ne määrittävät. Nopeaa juoksua liitetään usein kevyiden peruskestävyyslenkkien yhteyteen ja lisäksi nopeusominaisuuksia kehitetään nopeuskestävyysharjoitteilla, joissa vetojen suurempi pituus tai palautusten lyhyys erottavat ne varsinaisista nopeusharjoituksista. Nopeuden ja nopeanjuoksunharjoitusten rooli näillä matkoilla on kehittää juoksutekniikkaa ja muokata askeleen taloudellisuutta, väljyyttä ja rentoutta. (Bauersfeld & Schröter 1989, 152; Vuorimaa 1997, 511- 521.)

6.2 Kestävyys

Luonnollisestikin kestävyys on pitkänmatkanjuoksijan tärkein ominaisuus. Kestävyys jaetaan neljään eri osa-alueeseen, joita painotetaan eri juoksumatkojen harjoittelussa näiden fyysisten vaatimusten mukaisesti. Kestävyyden osa-alueet ovat perus-, vauhti-, maksimi- ja nopeuskestävyys. Termit ovat järjestyksessä siten, että peruskestävyysharjoituksissa vauhti on matalin ja harjoituksen kesto pisin. (Keskinen ym. 2004, 51- 59; Sinkkonen 2000, 75- 79.)

Nopeuskestävyysharjoittelu taas sisältää nopeaa juoksua lyhyemmän aikaa. Nämä neljä termiä voidaan sisällyttää myös kahteen kategoriaan: aerobiseen ja anaerobiseen kestävyteen. Aerobista kestävyyttä harjoitetaan perus-, vauhti- ja maksimikestävyysharjoituksilla. Anaerobista kestävyyttä taas harjoitetaan nopeuskestävyysharjoituksilla. Aerobista kestävyyttä kehitetään harjoitusvauhdeilla, joissa hapenkulutus ei ylitä elimistön kykyä käyttää happea hyväksi energianmuodostuksessa. Tällöin hapen saanti ja kulutus ovat tasapainossa. Anaerobisen kestävyysalueella nopeudet ovat niin kovia, että happea ei riitä lihaksille tarpeeksi, vaan syntyy happipivelkaa ja suorituksen kestäessä tarpeeksi pitkään lihaksiin muodostuu maitohappoa. Maitohappo on kuona-aine, joka häiritsee lihasten supistumiskykyä ja heikentää näin ollen suorituskykyä väliaikaisesti. (Keskinen ym. 2004, 51- 59; Sinkkonen 2000, 75- 79.)

Mitä pidempi kestävyysuoritus on kyseessä, sitä suurempi merkitys on aerobisella energianmuodostuksella. Lyhimmillä kestävyysjuoksumatkoilla 800 metrillä energianmuodostus jakautuu tasan aerobisen ja anaerobisen energianmuodostuksen kesken. 5 000 metrillä jo 90 % energianmuodostuksesta tapahtuu aerobisesti ja maratonilla 99 % energiasta muodostetaan hapen avulla. Nämä prosentit kuvaavat hyvin eri juoksumatkojen kestävyysvaatimuksia ja myös eri matkojen harjoittelua. Maratonharjoittelu sisältää paljon kevyttä peruskestävyyttä kehittävää juoksua. Maileritkin rakentavat vankan pohjan kevyellä peruskestävyysharjoittelulla, mutta herättävät anaerobisen energiantuottonsa kovilla nopeuskestävyysvedoilla viimeistellään kisakuntoaan. (Paunonen 2004.)

6.3 Lihaskunto

Sanotaan, että nopeus on voimaa, jota taito hallitsee. Koska nopeusominaisuudet ovat merkityksellisimpiä lyhyimmillä kestävyysjuoksumatkoilla, myös lihaskunnan merkitys on suurin juuri niillä matkoilla, joilla erityisen kovaa matkavauhtia joudutaan ylläpitämään koko kilpailun ajan. Kuitenkin myös pitkillä ratamatkoilla ja jopa maratonilla hyvä lihaskunto on vaatimus huippuaikojen saavuttamiseksi. Maailman huipun saavuttaakseen urheilijalla ei ole varaa laiminlyödä mitään suorituskyykyyn vaikuttavaa osaa aluetta. Matkan pituudesta riippuu, minkä tyyppinen lihaskunto on tarpeen ja mitkä vartalon lihakset ovat suurimmassa roolissa. Kovaa juoksevat mailerit tarvitsevat kestovoiman lisäksi myös maksimivoimaa kyetäkseen lähes pika-juoksijoiden nopeuksiin. Maratoonarin taas tulee kehittää ainoastaan kestovoimaominaisuuksiin, jotta vartalo ei lyhyistä tunteista kestäväksi ja kymmeniä tuhansia tärahdyksiä aiheuttavan rasituksen aikana. Maratoonarille olisi jopa haitallista lisätä kannettavaa massaansa lihassoluja kasvattavan perusvoimaharjoittelun avulla. (Fogelholm & Vuorimaa 1991, 75- 76; Paunonen 2004; Sinkkonen 2000, 91- 102.)

Juoksijan tärkeimmät lihakset ovat luonnollisestikin jalat, koska jalkojen lihasten työskentely liikuttaa juoksijaa eteenpäin. Jalkojen voimaominaisuuksista riippuu, kuinka pitkiä askeleita ja kuinka nopeasti juoksija pystyy niitä ottamaan. Nopeista pitkistä askeleista muodostuu nopea matkavauhti, jonka jatkuvuus riippuu juoksijan kestävydestä. Lähes yhtä tärkeää kuin jalkojen lihaksiston kunto on keskivartalon jänteisyys. Vahvoista jaloista ei ole mitään hyötyä, jos jalkalihasten tuottama eteenpäin vievä voima niin sanotusti vuotaa keskivartalosta. Kun keskivartalon lihaksisto on kunnossa, juoksija jaksaa säilyttää hyvän ryhdikkään juoksuasennon myös

väsymyksen iskiessä. (Fogelholm & Vuorimaa 1991, 75- 76; Oikarinen ym. 1988, 18; Paunonen 2004; Sinkkonen 2000, 91- 102.)

Käsien ja ylävartalon lihasten merkitys ei kestävyysjuoksussa ole jalkojen ja keskivartalon lihasten tasolla, mutta etenkin keskimatkoilla ja pidempien matkojen loppukirivaiheessa vahvoilla käsilihaksilla saadaan juoksuun vahvaa rytmitystä ja askeleeseen pituutta. (Fogelholm & Vuorimaa 1991, 75- 76; Oikarinen ym. 1988, 18; Paunonen 2004; Sinkkonen 2000, 91- 102.)

6.4 Tekniikka

Hyvällä teknisellä osaamisella juoksija pystyy matkasta riippumatta säästämään voimiaan. Hyvällä tekniikalla pyritään mahdollisimman taloudelliseen suoritukseen, jotta energiaa ei tuhlataisi turhaan tekemiseen, eli asioihin, jotka eivät vie juoksua parhaalla mahdollisella tavalla eteenpäin. Tällaisia ovat esimerkiksi sivuttaisliikkeet, hartioiden jännittäminen, pomppiva ylös - alas - liike ja energian vuotaminen lantiosta. (Bauersfeld & Schröter 1989, 133- 136; Mero 2004b, 241; Paunonen 2004.)

Taito on tekniikan yläkäsite, jolla tarkoitetaan yleislahjakkuutta tai hankittuja edellytyksiä oppia urheilusuorituksen oikeanlainen tekniikka ja sopeutua tilanteen vaatimiin tekniikan muutoksiin. Myös lihaskunto liittyy juoksussa, kuten monessa muussakin lajissa, vahvasti tekniikkaan. Hyvän lihaskunnan omaava juoksija kykenee ylläpitämään hyvää juoksuasentoa ja näin ollen edesauttaa hyvää teknistä suoriutumista. Eri kestävyysjuoksumatkojen tekniikat eivät eroa toisistaan muuten kuin liikelaajuuksien, askeleen voimakkuuden ja rytmin suhteen. Pidemmillä matkoilla jalan tukivaihe on pidempi, jalan liikelaajuus on pienempi ja askelluksen rytmi hitaampi. Keskimatkoilla rytmi on voimakas, jalan kontakti radan pintaan on terävä, ponnistus on voimakas ja polvi nousee etulentovaiheessa korkealle. (Bauersfeld & Schröter 1989, 133- 136; Mero 2004b, 241; Paunonen 2004.)

6.5 Antropometria

Antropometrialla tarkoitetaan kehon pituuteen, painoon, mittasuhteisiin ja kehonkoostumukseen kohdistuvaa tarkastelua. Urheilussa antropometrisilla mittauksilla pyritään selvittämään tietyn lajin kannalta mitoiltaan optimaalista urheilijaa. Kaikkiin antropometriisiin ominaisuuksiin ei pystytä vaikuttamaan, kuten pituuteen tai raajojen mittasuhteisiin. Kehonkoostumukseen ja -painoon taas pystytään. Yleensä kauden pääkilpailua kohden urheilijan antropometrisia

ominaisuuksia pyritään mahdollisuuksien rajoissa muokkaamaan siihen suuntaa, että hän pysyisi optimaaliseen suoritukseen lajissaan. Kestävyysjuoksijat muun muassa pudottavat paino-
aan kilpailukaudella, mikäli siihen on tarvetta, jotta suorituksen aikana ei olisi ylimääräistä taak-
kaa kannettavana suoritusta heikentämässä. (Vuorimaa & Seppänen 1986, 27- 28; Westerback
2006, 27.)

Maailman parhaiden kestävyysjuoksijoiden kilpaillessa maailmalla arvokisoissa tai kansainväli-
sissä gp-kilpailuissa voi katsoja nopeasti huomata, minkälaiset antropometriset ominaisuudet
eri yleisurheilulajien maailmanhuipuilla on. Myös kestävyysjuoksijoista voidaan tehdä tiettyjä
yleistyksiä. Maailman parhailla kestävyysjuoksijoilla on pitkät jalat suhteessa koko vartalon
pituuteen. Lihakset ovat ohuet, koska suuri lihasmassa kuluttaa turhaan paljon happea. Rasvaa
ei juoksijoiden vartalossa ole muutamaa prosenttia enempää. Matkan lyhentyessä maratonista
mailiin ja sen puolikkaaseen, myös lihasta alkaa urheilijoiden vartaloissa näkyä. Maraton on
niin pitkä matka, että ylimääräistä lihasta, rasvasta puhumattakaan, ei kannata 42 kilometriä
kantaa mukanaan. Maratonvauhti ei vaadi lihaksistolta niinkään maksimaalista suorituskyyä
vaan pikemminkin pitkäaikaista kestävyttä, ja siihen sopivat parhaiten ohuet lihakset.
(Vuorimaa & Seppänen 1986, 27- 28.)

6.6 Liikkuvuus

Liikkuvuus on tärkeä, mutta usein laiminlyöty ominaisuus kestävyysjuoksussa. Liikkuvuushar-
joittelulla pystytään parantamaan lihasten aineenvaihduntaa ja jäntevöittämään lihaksia. Näin
ollen parantuneen palautumiskyvyn ja vamma- alttiuden vähenemisen myötä hyvä liikkuvuus
tehostaa harjoittelua ja epäsuorasti vaikuttaa kestävyysjuoksutuloksiin myönteisellä tavalla.
Usein sanotaankin, että tärkein asia huipputulosten saavuttamiseksi on pysyä terveenä. Vam-
mautuneena tai sairaana joutuu aina tekemään kompromisseja harjoittelun suhteen, eikä silloin
synny huipputuloksia. Parantunut liikkuvuus vaikuttaa kestävyysjuoksutuloksiin myös suoraan
taloudellistuneen ja väljemmän juoksuaskeleen kautta. Taloudellinen askellus säästää loppurat-
kaisuissa tärkeää energiaa ja saattaa ratkaista kahden muilta ominaisuuksiltaan tasaväkisen
juoksijan kamppailun myös liikkuvuusominaisuuksiaan harjoittaneen urheilijan hyväksi. Erityi-
sen tärkeää hyvät liikkuvuusominaisuudet ovat lyhyempien matkojen juoksijoilla, joiden pää-
matkan matkavauhti vaatii laajempia liikeratoja kuin esimerkiksi maratonin askellus. (Vuorimaa
& Seppänen 1986, 85- 87.)

Liikkuvuuden harjoittelussa ei kuitenkaan tule liioitella. Useissa tutkimuksissa on nimittäin havaittu myös päinvastaisia tuloksia hyvän liikkuvuuden vaikutuksista kestävyysjuoksutuloksiin. Tutkimusten tuloksia selitetään sillä, että jäykemmissä lihaksissa elastisen energian hyväksikäyttö olisi tehokkaampaa kuin paljon venytetyissä lihaksissa. Lantion seudun jäykkyydellä on tutkimusten mukaan myös vakauttavaa vaikutusta juoksutekniikkaan ja näin ollen se tehostaisi juoksua. Kohtuus tulee siis säilyttää myös liikkuvuusharjoittelussa. (Paunonen 2003.)

6.7 Taloudellisuus

Urheilussa taloudellisuudella tarkoitetaan liikkeen tai liikkeiden tekemistä mahdollisimman pienellä energiankulutuksella. Kestävyyslajeissa taloudellisuutta kuvataan etenemisnopeuden suhteella kulutettuun energiamäärään. Kestävyysjuoksija kehittää harjoittelemalla fyysisiä ominaisuuksiaan, mutta rinnalla tulee tehdä myös taloudellisuutta kehittävää harjoittelua. Tällöin juoksusta jää pois turhat etenemissuuntaan nähden poikittaiset liikkeet, ylimääräinen lihasjännitys ja juoksuaskeleen jarruttavat elementit. Siis kaikki turha energiaa kuluttava lihastyö, joka ei paranna urheilijan etenemisnopeutta. Parantamalla juoksun taloudellisuutta suorituskykyisyys kilpailussa paranee vaikka juoksijan ”kunto” ei varsinaisesti paranisikaan. (Rusko 1989, 151-164.)

Juoksun taloudellisuuteen vaikuttaa monta tekijää, muun muassa olosuhteet, ikä ja juoksijan rakenteelliset ominaisuudet. Juoksijan kannalta oleellisia ovat tekijät joihin pystyy harjoittelulla vaikuttamaan. Juoksija pystyy parantamaan juoksunsa taloudellisuutta muun muassa tekniikka-, voima-, hyppely-, liikkuvuus-, rentoutus- ja nopeusharjoituksin. Pelkkä junnaava hitaila vauhdeilla suuren määrän harjoittelemisen parantaa tiettyyn pisteeseen asti kestävyyttä, mutta samalla heikentää juoksun taloudellisuutta. Monipuolisten ärsykkeiden antaminen hermos-tolle ja lihaksistolle tekee juoksusta rentoa ja kimmoisaa. Taloudellinen juokseminen on juuri niin helppoa kuin miltä maailman parhaiden juoksijoiden suoritukset näyttävät. (Vuorimaa 1989, 164- 171.)

7 Kestävyysjuoksijoiden suorituskyvyn testaaminen

Urheilijoiden testaamisen tulisi aina perustua lajin vaatimiin ominaisuuksiin. Testejä valitessa tulisi miettiä, mitkä ovat urheilijan kilpailusuorituskykyä rajoittavat tekijät. Näitä ominaisuuksia pyritään harjoittelulla kehittämään ja testien avulla niiden kehittymistä kyetään seuraamaan. Testit antavat arvokasta tietoa eri ominaisuuksien kunnosta, jolloin harjoitusohjelmaan voidaan tehdä tarpeelliset muutokset. Testien avulla voidaan myös määrittää submaksimaalisia harjoitustehoja ja joiden avulla harjoittelua saadaan entistäkin tehokkaammaksi. Kestävyysjuoksijoiden pääominaisuus on kestävyys. Kestävyys ei kuitenkaan ole ainoa suorituskykyyn kilpailuissa vaikuttava tekijä. Muita suoritukseen vaikuttavia fyysisiä ominaisuuksia, eli tukiominaisuuksia ovat nopeus, lihaskunto ja liikkuvuus. (Fogelholm & Vuorimaa 1991, 43; Oikarinen ym. 1988, 24- 25.)

7.1 Juoksijoiden aerobisten kestävyysominaisuuksien mittaaminen

Aerobista kestävyyttä mitataan määrittämällä maksimaalinen hapenottokyky (VO_{2max}). Maksimaalinen hapenottokyky kertoo elimistön kyvystä käyttää happea energianmuodostuksessa ja se ilmoitetaan joko absoluuttisena (L/ min) tai suhteellisenä arvona (ml/ kg/min). Jälkimmäinen yksikkö on juoksijoilla käyttökelpoisempi, koska siinä otetaan urheilijan paino huomioon, jolloin juoksijan suorituskyvystä saadaan oikea kuva. Juoksu on kuitenkin laji, jossa urheilija joutuu kannattelemaan koko massaansa jalkalihasten varassa suorituksen ajan. Juoksijoiden hapenottokyky saadaan tarkimmin mitattua tekemällä laboratorio- olosuhteissa juoksumatolla suora maksimaalinen testi. Testissä urheilija juoksee matolla 2- 3 minuutin mittaisia tehojaksoja nousevalla kuormalla. Juoksija hengittää testin ajan maskin kautta hengityskaasuanalysaattoriin, joka mittaa automaattisesti maksimaalisen hapenkulutuksen arvon. Hapenkulutus on huipussaan yleensä hetki ennen uupumusta. (Nummela ym. 2004, 358- 359; Paunonen 2005.)

7.2 Submaksimaalisten kynnyksarvojen määrittäminen

Submaksimaaliset kynnykset ovat aerobinen ja anaerobinen kynnyks. Aerobinen kynnyks on kohdassa, jossa nousevalla rasituksella tehdyssä testissä hapenkulutus ja maitohapon määrä veressä lähtevät ensimmäisen kerran nousuun. Anaerobinen kynnyks on kohdassa, jossa edellä mainitut muuttujat lähtevät toisen kerran selvään nousuun. Onnistuneen kestävyysharjoittelun vaikutuksesta molemmat kynnykset nousevat siten, että kynnykset tulevat vastaan entistä suuremmilla juoksunopeuksilla. Kynnyksen nousu kertoo pitkäaikaisen kestävyysparanemisesta

ja lisäksi niiden avulla voidaan määrittää nopeudet perus-, vauhti- ja maksimikestävyysharjoituksille. Peruskestävyyttä harjoitetaan alle aerobisen kynnyksen olevilla tehoilla, vauhtikestävyttä kynnyksen välissä olevilla tehoilla ja maksimikestävyttä anaerobisen kynnyksen yläpuolella olevilla tehoilla. Submaksimaaliset aerobisen kestävyys harjoittamisen kynnysarvot voidaan määrittää helpoimmin nousevalla teholla suoritetuilla kenttätesteillä. Kynnysarvot saadaan myös laboratoriossa tehdystä suorasta testistä, mutta yksinkertaisemmin, halvemmin ja lajinomaisemmin ne saadaan määritettyä kenttätesteillä, joissa kuormitusportaiden välissä mitataan veren maitohappopitoisuuksia. Kenttätesteinä voidaan käyttää esimerkiksi 5x 1000m testiä. Testissä kilometrin toistoja juostaan nousevalla teholla siten, että viimeinen ”tonni” on maksimivauhtinen. Kun testin aikana taltioidaan myös syketietoja, voidaan kynnysvauhdit liittää sykkeisiin, jolloin harjoituksissa oikeaa tehoa voidaan määritellä sykkeen avulla. (Nummela ym. 2004, 358- 359; Paunonen 2005.)

7.3 Nopeuskestävyyden mittaaminen

Lajinomaisin vaihtoehto anaerobisen kestävyys testaukseksi juoksijoilta on kenttäversio suomalaisesta MART- testistä. Testissä juostaan kymmenen kertaa 150 metriä nousevalla vauhdilla siten, että viimeinen veto on niin sanottu rento maksimi. Palautuksen pituus testissä on sata sekuntia. (Nummela 2004c, 124; Vuorimaa 2005.)

7.4 Tukiominaisuuksien mittaaminen

Myös kestävyysjuoksussa vaaditaan tiettyntasoisia hermo- lihas- järjestelmän kuntoa. Eri kilpailumatkoilla on kuitenkin hyvin erilaiset vaatimukset näiden ominaisuuksien suhteen. Maratonilla lihaksistolta vaaditaan pitkäaikaista kestävyttä, kun taas 800 metrin rajussa vauhdissa räjähtävyyttäkin tarvitaan. Kestävyysjuoksijoiden yleinen lihaskuntoharjoitus on kuntopiiri pienillä painoilla tai pelkästään oman kehon painoa apuna käyttäen. Tästä syystä tämän tukiominaisuuden testaamisenkaan ei tarvitse olla sen monimutkaisempaa, vaan kestovoima ominaisuuksia on helppo testata jopa koti- oloissa. Testikuntopiiriin valitaan tietyt perusliikkeet, jotka antavat kuvan koko vartalon lihaskunnosta päästä varpaisiin. Tätä testiä voi helposti toistaa esimerkiksi kerran kuussa tai kahdessa. Tällä menetelmällä pystyy hyvin seuraamaan lihaskuntonsa kehittymistä. (Vuorimaa 2005.)

Lyhyimmillä kestävyysjuoksumatkoilla eli keskimatkoilla vaaditaan kestovoimaominaisuuksien lisäksi jalkoihin myös nopeusvoimaa. Kovasta matkavauhdista huolimatta matkalla joutuu te-

kemään rytminvaihdoksia ja viimeistään loppukirissä joutuu puristamaan nopeuden lähes pika-juoksijoiden tasolle. Nopeusvoiman testaaminen ei onnistu aivan yhtä yksinkertaisesti kuin kestovoiman, vaan siihen tarvitaan apuvälineeksi hyppymatto. Pätevä testi mittaamaan jalkojen räjähtävyyttä on kevennyshyppy hyppymatolla tehtynä. Hyppymaton mittaama hyppykorkeus kertoo hyvin jalkojen ojentajien räjähtävän voiman ominaisuuksista. (Vuorimaa 2005.)

Liikkuvuuden suhteen kestävyysjuoksijan kilpailusuoritusta rajoittavat lähinnä kireydet lantion seudulla ja jalkojen lihaksissa. Varsinkin nopeatempoisemmilla keskimatkoilla, joissa jalkojen liikeradat ovat laajat, juoksuaskel saattaa lihaskireyksien takia supistua ja näin ollen taloudellisuus ja rentous kärsiä. Lisäksi lihasten voimantuotto ja kestävyysominaisuudet heikkenevät huonon liikkuvuuden seurauksena. Kestävyysjuoksijoiden liikkuvuustestit kannattaa siis kohdistaa vartalon alaosiin. Hyviä liikkuvuuden harjoittamis- ja testausliikkeitä ovat vartalon eteen- taivutus seisaaltaan sekä istuen ja spagaatit. Estejuoksijalle erityisen tärkeää on lantionseudun liikkuvuus ja tehokas venytysliike sekä myös testiliike on aitajuoksijan asennossa tehtävät venytykset. Liikkuvuustestien tulosten arvostelu on vaikeaa johtuen monista pienistä rakenteellisista eroista, mutta tuloksia onkin hyvä käsitellä suuntaa - antavina ja seuranta tyyppisesti. (Mero & Holopainen 2004, 364- 369; Mero, Peltola & Saarela 1987, 61- 62.)

Suoran hapenottokykytestin yhteydessä voidaan mitata samalla myös juoksijan taloudellisuutta. Taloudellisuus käsitetään juoksussa etenemisnopeuden suhteena energiankulutukseen. Eri tutkijat ovat käyttäneet taloudellisuutta mitatessaan hyvinkin erilaisia kuormia ja kuorman kestoja, joten testaajan on määritettävä itse, mikä kuorma on kyseiselle urheilijalle tarkoituksenmukainen. Taloudellisuus ilmoitetaan kulutetun hapen määränä (l/min tai ml/kg/min) tietyssä vakio kuormassa. (Nummela 2004a, 51- 59; Juuti 2005, 12.)

8 Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimusongelmat

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten maajoukkueleirityksessä käytetyt testit ennustavat kilpailutuloksia eri juoksumatkoilla ja miten 400- 5000 metrin matkoilla saavutettu kilpailutulos ennustaa muiden matkojen kilpailutulosta. Lisäksi selvitettiin testitulosten yhteyttä toisiinsa. Tutkimusongelmat olivat:

1. Miten nopean juoksun ja matkavauhtisen juoksun testitulokset ovat yhteydessä kilpailutuloksiin eri matkoilla?
2. Miten jalkojen nopeusvoiman ja keskivartalon voiman testien tulokset ovat yhteydessä kilpailutuloksiin eri matkoilla?
3. Miten eri testitulokset korreloivat keskenään?
4. Miten eri kilpailutulokset korreloivat keskenään?

9 Menetelmät

9.1 Kohderyhmä

Tutkimukseen liittyviin testeihin osallistui yhteensä 40 juoksijaa ($n=40$). Iältään juoksijat olivat testattaessa 19,9 (17- 30)- vuotiaita. Tutkimukseen osallistuneista 22 oli miehiä ja loput 18 naisia. Kohderyhmän suuruus vaihtelee eri tutkimusongelmien kohdalla, sillä osa juoksijoista ei eriyistä johtuen suorittanut kaikkia tutkimukseen liittyviä testejä. Testattavat ovat myös kilpailleet eri matkoilla kilpailukaudella. Tutkimukseen osallistuneiden juoksijoiden pääkilpailumatkat ovat pituudeltaan 800 metristä 5000 metriin. Suurin osa testatuista oli nuorten maajoukkuevalmennettaviin kuuluvia kestävyysjuoksijoita, mutta mukaan mahtui myös muutama kokenempi suomen huipulla urheileva kestävyysjuoksija. Kohderyhmän pienestä koosta johtuen juoksijoita ei jaettu ryhmiin esimerkiksi iän, sukupuolen tai päämatkan perusteella.

9.2 Tutkimusasetelma

Leirit, joilla tutkimuksen testit suoritettiin, toteutettiin neljänä seurattuna vuotena maaliskuussa eli aivan kilpailukauden alla. Testit tehtiin aina samana viikonpäivänä ja aina samaan kellonaikaan. Testejä edeltävän viikon harjoitteluun oli annettu niin sanottu leiriinvalmistautumisohje, jolloin juoksijoiden harjoitustila testeihin tultaessa saatiin vakioitua. Nopean juoksun kontrolliharjoitus tehtiin ensimmäisenä, seuraavana päivänä tehtiin jalkojen nopeusvoimaa sekä keskivartalon voimaa mittaavat testit. Viimeisenä päivänä juostiin vielä matkavauhtinen kontrolliharjoitus. Mikäli sama henkilö oli useampana vuonna osallistunut maaliskuun leirille, valittiin tutkimukseen hänen osaltaan sen vuoden testi- sekä kilpailutulokset, jona hän oli tehnyt paremman tuloksen päämatkallaan. Hallikaudella tehtyjä tuloksia ei huomioitu tutkimuksessa, vaan siihen hyväksyttiin ainoastaan ulkoradalla sileillä ratamatkoilla tehdyt tulokset 400 metristä 5000 metriin. Aita- ja estejuoksua ei otettu mukaan tutkimukseen, koska niin harva tutkimuksen juoksijoista on niillä matkoilla kilpaillut. Kilpailukauden tulosten hakemiseen käytettiin Tilastopaja Oy: n ylläpitämiä internetsivuja (www.tilastopaja.fi/fi/).

9.3 Mittausmenetelmät

Kaikki tutkimukseen liittyvät testit ja mittaukset tehtiin sisätiloissa. Keskivartalon voimaa sekä jalkojen nopeusvoimaa mittaavat testit tehtiin laboratorio- olosuhteissa. Nopean juoksun ja matkavauhtisen juoksun kontrolliharjoitukset suoritettiin sisähallissa 200 metrin juoksuradalla.

Juoksutesteissä submaksimaalisissa vedoissa vauhdin kontrolloimiseksi käytettiin valojänistä. Molempien juoksutestien viimeiset vedot olivat maksimivauhtisia, joten niissä ei valojänistä enää käytetty. Nopean juoksun kontrolliharjoituksessa kaikki juoksijat eivät pystyneet etene-
mään täysin nousujohteisesti, vaan nopein aika saatettiin mitata jo ennen viimeistä eli kymme-
nettä vetoa. Matkavauhdin kontrolliharjoituksessa juoksijat onnistuivat nousujohteisuudessa.

9.3.1 Nopean juoksun kontrolliharjoitus

Nopean juoksun kontrolliharjoituksessa juostiin 3x3x150m + 1x150m, palautusaika oli 100 sekuntia. Vetojen nopeutta ohjattiin valojäniksellä. Ensimmäisen sarjan vetojen nopeus asetet-
tiin siten, että se oli kolme sekuntia hitaampi kuin oletettu maksiminopeus kyseisellä matkalla. Toisessa sarjassa nopeus oli kaksi sekuntia hitaampi kuin oletettu maksimi ja kolmannessa sarjassa yhden sekunnin hitaampi kuin oletettu maksiminopeus. Viimeinen eli kymmenes veto tuli juosta täysillä. Jokaisen sarjan päätteeksi juoksijalta mitattiin veren maitohappopitoisuus.

Nopean juoksun tuloksia tarkasteltiin kolmen indeksin avulla: nopeimman 150 metrin toiston nopeus (V_{\max}), 150 metrin toistojen keskinopeus ($V_{k.a.}$) ja nopeus veren laktaattipitoisuuden ylittäessä 6mmol/l ($V_{6\text{mmol}}$). Nopeuden yksikkönä käytettiin metriä sekunnissa (m/s).

9.3.2 Matkavauhtinen kontrolliharjoitus

Matkavauhtisessa kontrolliharjoituksessa juostiin viisi tai kuusi kertaa 1000 metriä kahden mi-
nuutin palautuksella. Toistojen vauhteja ohjattiin valojäniksellä siten, että sarja aloitettiin jon-
kin verran 3000- 5000 metrin kilpailuvauhtia hitaammin ja toiseksi viimeinen veto juostiin
hieman matkavauhtia kovempaa. Viimeinen eli viides tai kuudes veto juostiin täysillä. Muiden
paitsi viimeisen vedon vauhtia ohjattiin valojäniksen avulla siten, että joka vedon nopeus oli
0,1m/s suurempi kuin edellisen vedon. Jokaisen vedon jälkeen juoksijalta mitattiin veren mai-
tohappopitoisuus.

Matkavauhtisen juoksun tuloksia tarkasteltiin kolmen indeksin avulla: nopeimman 1000 metrin toiston nopeus (V_{\max}), 1000 metrin toistojen keskinopeus ($V_{k.a.}$) ja nopeus veren laktaattipitoi-
suuden ylittäessä 6mmol/l ($V_{6\text{mmol}}$).

9.3.3 Jalkojen nopeusvoiman mittaaminen

Jalkojen nopeusvoimaa mitattiin hyppymatolla tehtävällä kevennyshypyllä. Hyppy toistettiin 3-5 kertaa ja tulostarkasteluissa käsiteltiin kahden parhaan hypyn keskiarvoa.

9.3.4 Keskivartalon voiman mittaaminen

Keskivartalon voimaa mitattiin keskivartalodynamometrillä. Dynamometrillä mitattiin sekä selkälihasten että vatsalihasten maksimaalista isometristä voimantuottoa. Dynamometri ilmoittaa tuloksen kilogrammoina. Tutkimuksessa tuloksia käsiteltiin suhteutettuna juoksijan painoon (kg/kg).

9.4 Tilastolliset menetelmät

Tulosten analysoinnissa käytettiin Excel- taulukkolaskentaohjelmaa. Yhteyksiä eri muuttujien välille haettiin käyttämällä Pearsonin kaksisuuntaista korrelaatiokerrointa. Tilastollisen merkitsevyyden tasoina käytettiin seuraavia kriteereitä: tilastollisesti erittäin merkitsevä $p < 0,001$ (***), tilastollisesti hyvin merkitsevä $p < 0,01$ (**) ja tilastollisesti merkitsevä $p < 0,05$ (*).

10 Tulokset

10.1 Nopean juoksun testitulosten yhteys kilpailutuloksiin

Kaikki nopean juoksun testituloksista lasketut indeksit olivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi yhteydessä 400 metrin kilpailutulokseen ($p < 0,001$; $n=11$). Korrelaatiokertoimet olivat 0.94 ($V_{k.a.}$), 0.932 (V_{max}) ja 0.926 (V_{6mmol}).

Kaikki nopean juoksun indeksit olivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi yhteydessä myös 800 ja 1500 metrin kilpailutulokseen ($p < 0,001$; $n=18$). 800 metrin tuloksen kanssa korrelaatiokertoimet olivat 0.94 ($V_{k.a.}$), 0.937 (V_{6mmol}) ja 0.89 (V_{max}). 1500 metrin tuloksen kanssa korrelaatiokertoimet olivat 0.95 ($V_{k.a.}$), 0.92 (V_{6mmol}) ja 0.88 (V_{max}).

3000 metrillä ($n=11$) ainoastaan $V_{k.a.}$ ($r=0.91$) oli tilastollisesti erittäin merkitsevästi yhteydessä kilpailutulokseen ($p < 0,001$). Sekä V_{6mmol} ($r=0.87$) että V_{max} ($r=0.80$) olivat tilastollisesti hyvin merkitsevästi yhteydessä 3000 metrin kilpailutulokseen ($p < 0,01$).

5000 metrillä ($n=6$) ainoastaan $V_{k.a.}$ ($r=0.86$) ja V_{6mmol} ($r=0.83$) olivat tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä kilpailutulokseen ($p < 0,05$). Indeksien V_{max} ja 5000 metrin kilpailutuloksen välille ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä löydetty ($r=0.77$). Nopean juoksun testitulosten yhteys kilpailutulokseen erimatkailuilla on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Nopean juoksun testitulosten yhteys kilpailutulokseen eri matkoilla.

	400m (n=11)	800m (n=18)	1500m (n=18)	3000m (n=11)	5000m (n=6)
V_{max}	$r=0.932^{***}$	$r=0.89^{***}$	$r=0.88^{***}$	$r=0.80^{**}$	$r=0.77$
V_{ka}	$r=0.94^{***}$	$r=0.94^{***}$	$r=0.95^{***}$	$r=0.91^{***}$	$r=0.86^*$
V_{6mmol}	$r=0.926^{***}$	$r=0.937^{***}$	$r=0.92^{***}$	$r=0.87^{**}$	$r=0.83^*$

10.2 Matkavauhtisen juoksun testitulosten yhteys kilpailutuloksiin

Matkavauhtisen juoksun testituloksista lasketuista indekseistä sekä $V_{k.a.}$ ($r=0.91$) että V_{6mmol} ($r=0.84$) olivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p<0,001$) yhteydessä 400 metrin kilpailutulokseen ($n=12$). Indeksien V_{max} ja 400 metrin tuloksen välinen yhteys ($r=0.82$) oli tilastollisesti hyvin merkitsevä ($p<0,01$).

Kaikki kontrolliharjoituksesta lasketut indeksit korreloivat positiivisesti tilastollisesti erittäin merkitsevästi 800 metrin tuloksen kanssa ($p<0,001$; $n=22$). Korrelaatiokertoimet olivat 0.83 ($V_{k.a.}$), 0.76 (V_{6mmol}) ja 0.72 (V_{max}).

Myös 1500 metrin kilpailutulos ($n=23$) oli tilastollisesti erittäin merkitsevästi yhteydessä kaikkiin indekseihin ($p<0,001$). Korrelaatiokertoimet olivat 0.91 ($V_{k.a.}$), 0.88 (V_{max}) ja 0.87 (V_{6mmol}).

Kaikki indeksit olivat niin ikään tilastollisesti erittäin merkitsevästi yhteydessä 3000 metrin tulokseen ($p<0,001$; $n=14$). Korrelaatiokertoimet olivat 0.97 ($V_{k.a.}$), 0.95 (V_{6mmol}) ja 0.92 (V_{max}).

Ainoastaan $V_{k.a.}$ oli tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p<0,001$; $r=0.87$) yhteydessä 5000 metrin kilpailutulokseen ($n=10$). V_{6mmol} oli hyvin merkitsevästi yhteydessä 5000 metrin kilpailutulokseen ($p<0,01$; $r=0.86$). Indeksien V_{max} ja 5000 metrin kilpailutuloksen välille tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ei löydetty ($r=0.59$). Matkavauhtisen juoksun testitulosten yhteys kilpailutulokseen eri matkoilla on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Matkavauhtisen juoksun testitulosten yhteys kilpailutulokseen eri matkoilla.

	400m (n=12)	800m (n=22)	1500m (n=23)	3000m (n=14)	5000m (n=10)
V_{max}	$r=0.82^{**}$	$r=0.72^{***}$	$r=0.88^{***}$	$r=0.92^{***}$	$r=0.59$
V_{ka}	$r=0.91^{***}$	$r=0.83^{***}$	$r=0.91^{***}$	$r=0.97^{***}$	$r=0.87^{***}$
V_{6mmol}	$r=0.84^{***}$	$r=0.76^{***}$	$r=0.87^{***}$	$r=0.95^{***}$	$r=0.86^{**}$

10.3 Kevennyshyppy- ja keskivartalon voimatestien yhteys kilpailutuloksiin eri matkoilla

Kevennyshyppyn tulos korreloi positiivisesti tilastollisesti hyvin merkitsevästi ($p < 0,01$) juoksumatkojen 400- 3000 metriä tuloksen kanssa. Korrelaatiokertoimet olivat lyhimmästä matkasta pisimpään 0.73 ($n=17$), 0.73 ($n=26$), 0.59 ($n=27$) ja 0.69 ($n=14$). Kevennyshyppyn ja 5000 metrin tuloksen välille ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä löydetty ($r=0.63$; $n=7$).

Vatsalihasten suhteellinen voima oli tilastollisesti merkitsevästi ($p < 0,05$) yhteydessä 3000 metrin tulokseen ($r=0.59$; $n=14$). Muiden juoksumatkojen ja vatsalihasten suhteellisen voiman välille ei löydetty tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Korrelaatiokertoimet olivat lyhimmästä matkasta pisimpään 0.45 ($n=17$), 0.25 ($n=26$), 0.31 ($n=27$) ja 0.65 ($n=7$). Selkähasten suhteellisen voiman ja kilpailutuloksen välille ei löydetty tilastollisesti merkitsevää yhteyttä millään juoksumatkalla. Kevennyshyppy- ja keskivartalon voimatestien yhteys kilpailutulokseen juoksumatkoilla 400 metristä 5000 metriin on esitetty taulukossa 3.

TAULUKKO 3. Kevennyshyppytuloksen ja keskivartalon suhteellisen voiman yhteys kilpailutulokseen juoksumatkoilla 400- 5000m.

	400m (n=17)	800m (n=26)	1500m (n=27)	3000m (n=14)	5000m (n=7)
kevennyshyppy	$r=0.73^{**}$	$r=0.73^{**}$	$r=0.59^{**}$	$r=0.69^{**}$	$r=0.63$
selkähasten suhteellinen voima	$r=0.31$	$r=0.23$	$r=0.31$	$r=0.34$	$r=0.43$
vatsalihasten suhteellinen voima	$r=0.45$	$r=0.25$	$r=0.31$	$r=0.59^*$	$r=0.65$

Kun kevennyshyppy- ja keskivartalon voimatestien tuloksia verrattiin kilpailutulokseen matkoilla 400 metristä 1500 metriin ($n=16$), kevennyshyppyn tulokset korreloivat positiivisesti tilastollisesti hyvin merkitsevästi ($p < 0,01$) matkojen 400 ja 800 metriä kanssa ($r=0.71$ ja $r=0.63$). 1500 metrin kanssa kevennyshyppyn korrelaatiokerroin ($r=0.29$) jäi alle tilastollisen merkitsevyyden rajan. Suhteellisen vartalon voiman ja kilpailutuloksen välille ei löydetty tilastollisesti merkitsevää yhteyttä. Kevennyshyppytuloksen ja keskivartalon suhteellisen voiman yhteys kilpailutulokseen matkoilla 400 metristä 1500 metriin on esitetty taulukossa 4.

TAULUKKO 4. Kevennyshyppytuloksen ja keskivartalon suhteellisen voiman yhteys kilpailutulokseen matkoilla 400 metristä 1500 metriin (n=16).

	400m	800m	1500m
kevennyshyppy	r=0.71**	r=0.63**	r=0.29
selkäliahasten suhteellinen voima	r=0.32	r=0.33	r=0.22
vatsalihasten suhteellinen voima	r=0.45	r=0.45	r=0.49

Kun kevennyshyppytulosta ja keskivartalon suhteellista voimaa verrattiin kilpailutulokseen matkoilla 800 metristä 3000 metriin (n=13), kevennyshypyn tulokset korreloivat positiivisesti tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,05$) kaikkien kolmen matkan kanssa (800m- 3000m, $r=0.67$, $r=0.69$ ja $r=0.64$).

Vatsalihasten suhteellisen voiman ja 3000 metrin kilpailun tuloksella oli tilastollisesti merkitsevä yhteys ($p<0,05$; $r=0.67$). Lyhyempien matkojen tulosten ja vatsalihasten suhteellisen voiman välille ei löytynyt tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ($r=0.55$ ja $r=0.55$). Kevennyshyppytuloksen ja keskivartalon suhteellisen voiman yhteys kilpailutulokseen matkoilla 800 metristä 3000 metriin on esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Kevennyshyppytuloksen ja keskivartalon suhteellisen voiman yhteys kilpailutulokseen juoksumatkoilla 800 metristä 3000 metriin (n=13).

	800m	1500m	3000m
kevennyshyppy	r=0.67*	r=0.69*	r=0.64*
selkäliahasten suhteellinen voima	r=0.28	r=0.23	r=0.27
vatsalihasten suhteellinen voima	r=0.55	r=0.55	r=0.67*

10.4 Testitulosten keskinäiset yhteydet

10.4.1 Matkavauhtisen juoksun tulosten yhteys muiden testien tuloksiin

Matkavauhtisen juoksun kontrolliharjoituksen indeksin V_{\max} kanssa tilastollisesti erittäin merkitsevä yhteys ($p<0,001$; n=11) oli saman harjoituksen indekseillä $V_{k.a.}$ sekä V_{6mmol} ($r=0.93$ ja

$r=0.93$). Tilastollisesti hyvin merkitsevä yhteys ($p<0,01$) matkavauhtisen kontrolliharjoituksen indeksiin V_{\max} oli nopean juoksun kontrolliharjoituksen indeksillä $V_{k.a.}$ ($r=0.81$). Matkavauhtisen harjoituksen indeksin V_{\max} sekä nopean juoksun harjoituksen indeksien V_{\max} sekä V_{6mmol} väliset yhteydet olivat tilastollisesti merkitseviä ($p<0,05$; $r=0.67$ ja $r=0.75$).

Matkavauhtisen juoksun kontrolliharjoituksen indeksi $V_{k.a.}$ oli tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p<0,001$; $n=11$) yhteydessä myös saman harjoituksen indeksiin V_{6mmol} ($r=0.98$). Nopean juoksun kontrolliharjoituksen indeksien $V_{k.a.}$ sekä V_{6mmol} kanssa matkavauhtisen harjoituksen indeksi $V_{k.a.}$ oli tilastollisesti hyvin merkitsevästi yhteydessä ($p<0,01$; $r=0.86$ ja $r=0.84$). Nopean juoksun indeksin V_{\max} kanssa tilastollinen yhteys oli merkitsevä ($p<0,05$; $r=0.72$).

Matkavauhtisen juoksun kontrolliharjoituksen indeksin V_{6mmol} kanssa tilastollisesti hyvin merkitsevä yhteys ($p<0,01$; $n=11$) oli nopean juoksun kontrolliharjoituksen indekseillä $V_{k.a.}$ sekä V_{6mmol} ($r=0.78$ ja $r=0.78$). Matkavauhtisen juoksun kontrolliharjoituksen indekseillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä kevennyshypyn tai keskivartalon voimatestien tuloksiin. Matkavauhtisen juoksun tulosten yhteys muiden testien tuloksiin on kuvattu taulukossa 6.

10.4.2 Nopean juoksun kontrolliharjoituksen tulosten yhteys muiden testien tuloksiin

Indeksi V_{\max} oli tilastollisesti erittäin merkitsevästi yhteydessä ($p<0,001$; $n=11$) saman harjoituksen indekseihin $V_{k.a.}$ ja V_{6mmol} ($r=0.94$ ja $r=0.94$). Kevennyshypyn kanssa indeksillä V_{\max} oli tilastollisesti hyvin merkitsevä yhteys ($p<0,01$; $r=0.86$).

Nopean juoksun harjoituksen indeksi $V_{k.a.}$ oli lisäksi tilastollisesti erittäin merkitsevästi yhteydessä ($p<0,001$) saman harjoituksen indeksiin V_{6mmol} ($r=0.96$) ja tilastollisesti merkitsevästi ($p<0,05$) yhteydessä kevennyshypyn tulokseen ($r=0.70$). Myös harjoituksen indeksi V_{6mmol} oli tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä ($p<0,05$) kevennyshypyn tulokseen ($r=0.72$). Nopean juoksun testitulosten yhteys muiden testien tuloksiin on kuvattu taulukossa 6.

10.4.3 Kevennyshyppy- ja keskivartalon voimatestien keskinäiset yhteydet

Kevennyshyppytestin ja keskivartalon voimatestien keskinäisessä tarkastelussa ei tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä löydetty. Näiden testien keskinäiset yhteydet on kuvattu taulukossa 6.

TAULUKKO 6. Testitulosten keskinäiset yhteydet (n=11).

	V1000 _{ka}	V1000 _{6mmol}	V150 _{max}	V150 _{ka}	V150 _{6mmol}	kevennyshyppy	vatsalihasten suhteellinen voima	selkälihasten suhteellinen voima
V1000 _{max}	0.93***	0.93***	0.67*	0.81**	0.75*	0.53	0.21	0.15
V1000 _{ka}		0.98***	0.72*	0.86**	0.84**	0.55	0.19	0.12
V1000 _{6mmol}			0.63	0.78**	0.78**	0.50	0.17	0.11
V150 _{max}				0.94***	0.94***	0.86**	0.50	0.26
V150 _{ka}					0.96***	0.70*	0.35	0.14
V150 _{6mmol}						0.72*	0.39	0.14
kevennys hyppy							0.60	0.51
vatsalihasten suhteellinen voima								0.62

10.5 Eri kilpailumatkojen tulosten keskinäiset yhteydet

Verrattaessa juoksumatkojen 400, 800 ja 1500 metriä kilpailutuloksia ($n=18$) toisiinsa havaittiin, että näiden kaikkien matkojen tulokset ovat toisiinsa nähden tilastollisesti erittäin merkitsevästi yhteydessä ($p<0,001$). 400 ja 800 metrin tuloksen välinen korrelaatiokerroin oli 0.98 ja 400 sekä 1500 metrin välinen korrelaatiokerroin 0.82. Korrelaatiokerroin 800 ja 1500 metrin kilpailutulosten välillä oli 0.89. Kilpailutulosten keskinäiset yhteydet kilpailumatkoilla 400 metristä 1500 metriin on kuvattu taulukossa 7.

Kilpailutulosten 3000 ja 5000 metrillä ($n=12$) välille löydettiin tilastollisesti erittäin merkitsevä yhteys ($p<0,001$; $r=0.83$).

TAULUKKO 7. Kilpailutulosten keskinäiset yhteydet kilpailumatkoilla 400 metristä 1500 metriin ($n=18$).

	800m	1500m
400m	$r=0.98^{***}$	$r=0.82^{***}$
800m		$r=0.89^{***}$

11 Pohdinta

11.1 Nopean ja matkavauhtisen juoksun yhteys kilpailutuloksiin

Tämän tutkimuksen päälöydöksenä voidaan pitää havaintoa, että sekä nopean että matkavauhtisen juoksun kontrolliharjoitusten tulokset ennustavat hyvin kilpailutuloksia juoksumatkoilla 400 metristä 5000 metriin. Sekä nopean että matkavauhtisen juoksun kontrolliharjoitusten tuloksista lasketut indeksit (V_{\max} , V_{ka} ja V_{6mmol}) korreloivat hyvin kilpailutulosten kanssa. Kaikki nopean juoksun indeksit olivat tilastollisesti erittäin merkitsevästi ($p < 0,001$) yhteydessä kilpailumatkojen 400, 800 ja 1500 metriä tulokseen. Matkavauhtisen kontrolliharjoituksen kaikki indeksit taas ovat tilastollisesti erittäin merkitsevästi yhteydessä ($p < 0,001$) matkojen 800, 1500 ja 3000 metriä tulokseen.

Testipatteristoon kuuluvat juoksutestit ovat erittäin lajinomaisia. Kilpailusuorituksesta ne eroavat ainoastaan intervallimaisuudellaan, sisäradan tuulettomilla olosuhteilla sekä jyrkemmillä kaarteilla. Lajinomaisuutensa ansiosta ne ovat hyvä valinta testaamaan kestävyysjuoksijoiden suorituskyyä (Keskinen ym. 2004, 14- 15). Etenkin nuorten kestävyysjuoksijoiden testaukseen testit ovat päteviä, koska suurimman osan päämatkana ovat keskimatkat. Tehtäessä valinta laboratorio- ja kenttätestin välillä on päädytty kenttätestiin varmasti juuri lajinomaisuuden maksimoimiseksi. Valojäniksen avulla harjoitukseen on kyetty liittämään myös yksi laboratoriotestauksen parhaista puolista, joka on tarkka nopeuden säätely.

11.2 Jalkojen nopeusvoiman ja keskivartalon voiman testien yhteys kilpailutuloksiin

Verrattaessa vatsa- ja selkälihasten suhteellista voimaa ja jalkojen nopeusvoimaa kilpailutulokseen matkoilla 400 metristä 3000 metriin ominaisuuksista paras kilpailutuloksen ennustaja on jalkojen nopeusvoima. Jalkojen nopeusvoimaominaisuudet olivat tilastollisesti hyvin merkitsevästi ($p < 0,01$) yhteydessä kilpailutulokseen 400, 800, 1500 ja 3000 metrin matkoilla. Vahvat jalat ovatkin erityisen tärkeitä juuri keskimatkoilla, joissa juoksuvauhdit lähestyvät pikajuoksun nopeuksia (Vuorimaa & Seppänen 1986, 85-94).

Kun eroteltiin toisistaan nopeat ja kestävät juoksijat selvisi, että nopeilla juoksijoilla (ts. juoksijoilla, jotka ovat kilpailleet juoksumatkoilla 400- 1500 metriä) jalkojen nopeusvoima korreloi tilastollisesti hyvin merkitsevästi ($p < 0,01$) juoksumatkoilla 400 metristä 800 metriin. 1500 metrin ja kevennyshypyn tuloksen välillä ei tilastollisesti merkitsevää yhteyttä ollut. Hitailta juoksi-

joilla (ts. juoksijoilla, jotka ovat kilpailleet matkoilla 800- 3000 metriä) kilpailutuloksen ja kevennyshypyn välinen korrelaatio oli tilastollisesti merkitsevä ($p < 0,05$) juoksumatkoilla 800-3000 metriin.

Tulos kertoo siitä, että nopeilla juoksijoilla jalkojen nopeusvoimaominaisuudet ovat hyvät 1500 metrin kilpailun vaatimuksiin, lyhyempiä juoksumatkoja ajatellen nopeusvoimaa tulee kehittää edelleen. 1500 metrillä muut ominaisuudet, kuten kestävyys ja hapenottokyky, erottavat nopeat juoksijat toisistaan ja näitä ominaisuuksia juoksijoiden tulisi pääasiassa kehittää parantaakseen 1500 metrin aikaansa. Hitailta juoksijoilla taas haastetta riittää jalkojen nopeusvoimassa ajatellen kaikkia matkoja 800- 3000 metriin. Näillä juoksijoilla hapenottokyky ja kestävyys ovat korkeahkolla tasolla, mutta nopeudessa on kehitettävää.

Voidaan myös pohtia kestävyysjuoksijoiden harjoittelua yleisesti. Tulisiko juoksijan keskittyä vahvuuksiinsa vai heikkouksiinsa? Tulisiko nopean juoksijan edelleen kehittää nopeita ominaisuuksiaan vai keskittyä heikkouksiinsa, eli kestävyteen ja hapenottokykyyn? Tulisiko kestävä juoksijan unohtaa nopeusharjoittelu ja keskittyä vain vahvoihin ominaisuuksiinsa? Tämän tutkimuksen tulokset eivät anna tähän kysymykseen selkeää vastausta. Nopeiden juoksijoiden tulee kehittää vahvoja nopeusominaisuuksiaan, päämatkan ollessa 800 metriä. Hitaiden juoksijoiden tulee niin ikään kehittää nopeuttaan, joka on heille heikkous, päämatkan ollessa 1500-3000 metriä. Olisiko siis niin, että juoksijat ovat keskittyneet liiaksi kestävyuden hankkimiseen juoksuvauhdin kustannuksella?

Selkä- ja vatsalihasten voimatestien tulokset eivät yhtä poikkeusta lukuun ottamatta olleet tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä kilpailutuloksiin. Tämä poikkeus oli vatsalihastestin ja 3000 metrin kilpailutuloksen tilastollisesti merkitsevä yhteys ($r=0.67$; $p < 0,05$). Näyttäisi siltä, että hyvien vatsalihasten merkitys korostuisi juoksumatkan pidentyessä. Valitettavasti tällä tutkimusmateriaalilla ei ollut mahdollista verrata vatsalihastestin tuloksia vielä pidempien juoksumatkojen tuloksiin, esimerkiksi 5000 metrin ja 10 000 metrin matkoilta. Myös lyhyemmillä juoksumatkoilla voidaan havaita, että vatsalihasten suhteellinen voima vaikuttaisi olevan matkasta riippumatta tärkeämpi kuin selkälilihasten suhteellinen voima.

Vatsalihasten merkityksen korostuminen kilpailumatkan pidentyessä liittyy juoksijan kykyyn ylläpitää hyvää juoksuasentoa kilpailussa ja näin ollen edetä taloudellisesti ja voimia säästäen. Vaikka jalat tekevät pääasiallisen työn kestävyysjuoksusuorituksessa, myös vartalon tukilihakset vatsassa ja selässä ovat kovan rasituksen alaisena, kun juoksija ylläpitää maksimaalista vauhtia.

(Vuorimaa & Seppänen 1986, 85- 94). Mikäli kilpailussa keskivartalon lihakset väsyvät, muuttuu juoksuasento istuvaksi ja askeleen rullaavuus häviää. Kun vatsalihakset eivät jaksakaan enää säilyttää juoksuasentoa ryhdikkäänä askeleen etutukivaihe pitenee ja joka askeleella tehdään jarruttavaa työtä. Tämä kuluttaa paljon energiaa ja hidastaa vauhtia. Istuvassa juoksuasennossa jalat ovat koukussa ja reisiin kohdistuu suuri rasitus.

11.3 Testitulosten keskinäiset yhteydet

Tarkasteltaessa testitulosten keskinäisiä yhteyksiä voidaan havaita, että nopean ja matkavauhtisen juoksun kontrolliharjoituksen tulokset korreloivat hyvin keskenään. Mistä tämä ilmiö johtuu? Valmennusopillisesti ihmiset jaetaan karkeasti nopeisiin ja kestäviin tyyppeihin. Jako tehdään sen mukaan, kuinka henkilön lihassolut jakautuvat nopeisiin ja hitaisiin lihassoluihin (Mero, Kyröläinen & Häkkinen 2004, 42- 43). Mistä syystä sitten samat henkilöt saavuttavat parhaat tulokset sekä nopean että matkavauhtisen juoksun kontrolliharjoituksissa? Onko maa-joukkueen juoksija - aines liian tasapaksua, eivätkä kestävät ja nopeat juoksijat erotu toisistaan tarpeeksi?

Näin ei asia ole. Ensinnäkin nopean juoksun kontrolliharjoitus vaatii myös hyviä kestävyysominaisuuksia. Harjoituksessa juostaan 10 kertaa 150 metriä, eli yhteensä 1500 metriä. Tuo matka vaatii jo kestävyyttä. Toiseksi testattu joukko on hyvin homogeenistä osittain lahjakkuudeltaan, mutta etenkin harjoittelultaan. Vaikka joukossa on nopeampia ja hitaampia juoksijoita, ovat kaikki kuitenkin jonkinasteisesti lahjakkaita kestävyysjuoksuun. Nuoret kestävyysjuoksijat harjoittelevat suurpiirteisesti hyvin samankaltaisesti: kestävyyttä kehitetään, mutta ei nopeuden kustannuksella (Nummela ym. 2004, 357- 358). Juoksijat ovat vielä niin nuoria (ka. 19,9 vuotta), ettei harjoittelun vaikutuksesta ole syntynyt suuria eroja nopeissa ja hitaissa juoksijoissa. Spesifi matkakohtainen harjoittelu on näillä nuorilla juoksijoilla vasta alkamassa

Testitulosten keskinäisessä tarkastelussa saatiin myös vahvistusta aiempaan pohdintaan vatsalihasten selkälihaksa suuremmasta merkityksestä juoksusuorituskykyyn. Sekä nopean että matkavauhtisen juoksun indeksien kanssa vatsalihastestin tulokset korreloivat voimakkaammin kuin selkähasten. Jalkojen nopeusvoima korreloi hyvin juoksutestien tulosten kanssa, kuten korreloi kilpailutulostenkin kanssa. Nämä tulokset vahvistavat entisestään käsitystä hyvän lihaskunnon merkityksestä kestävyysjuokсутuloksiin.

11.4 Kilpailutulosten keskinäiset yhteydet

Kilpailutulosten keskinäisen tarkastelun suurin mielenkiinto kohdistui vertailuun, kumpi juoksumatka korreloi voimakkaammin kahden rata kierroksen tulosten kanssa 400 metriä vai 1500 metriä. Perinteisestihän 800 metrin juoksijat haarukoivat kilpailumatkoilla 400 metristä 1500 metriin ja kilpailevat vain harvakseltaan pidemmällä matkoilla. 800 metriä on vedenjakajana pikajuoksujen ja kestävyysjuoksujen välillä. Tätä vedenjakajamatkaa voidaan lähestyä joko pikajuoksunomaisemmin 400 metrin tai kestävyyspainotteisemmin 1500 metrin kautta. Tämän tutkimuksen mukaan näyttäisi siltä, että mailin puolikkaalla saavutettaisiin parempia tuloksia, mikäli urheilija on ominaisuuksiltaan enemmän nopeus- kuin kestävyystyyppi.

11.5 Virhelähteet

Tutkimukseen liittyi joitakin seikkoja, jotka saattavat vaikuttaa tulosten luotettavuuteen. Nopean juoksun ja matkavauhtisen juoksun tuloksiin saattoi vaikuttaa se, että submaksimaalisella vauhdilla tehtyjä vetoja ohjattiin valojäniksen avulla. Nopean juoksun testissä valojäniksen säädöt perustuivat arvioon juoksijan maksimivauhtisesta vedosta ja matkavauhtisessa harjoituksessa arvioon juoksijan kilpailuvauhdista.

Tutkimuksen kohderyhmä oli valitettavan pieni. Pienestä ryhmästä johtuen ei ollut mahdollista jakaa sitä enää pienempiin ryhmiin esimerkiksi sukupuolen mukaan. Juuri sukupuolten erottaminen omiin tarkasteluihin olisi voinut parantaa tulosten luotettavuutta ja sovellusarvoa. Nyt tyttöjen ja poikien tulosten tarkastelu yhdessä aiheutti sen, että kaksi osajoukkoa, joiden sisällä ei välttämättä ole merkitsevää korrelaatiota (tai voi olla jopa päinvastainen korrelaatio) antoivat tulokseksi tilastollisesti merkitsevän positiivisen kokonaiskorrelaation. Jos tämä virhe olisi ollut mahdollista poistaa, olisi kyetty vertailemaan myös sukupuolen aiheuttamia eroja testi- ja kilpailutulosten välisissä yhteyksissä.

Kohderyhmän ominaisuuksista saattoi aiheutua myös muita virheitä. Kaikki ryhmässä ovat urheilullisia, nuoria ja monipuolisesti harjoitelleita yksilöitä, joilla kaikilla on jokseenkin hyvät vatsa- ja selkälihakset, jolloin suurta eroa ei saatu syntymään. Löydöksen, jonka mukaan vatsalihasten merkitys korostuu kilpailumatkan pidentyessä, saattaa selittää se yksinkertainen seikka, että pidemmille ratamatkoille on suuntautunut kevytrakenteisempia juoksijoita. Tällöin kehon painoon suhteutettu vatsalihastestin tulos paranee.

11.6 Yhteenveto

Yhteenvetona nuorten kestävyysjuoksijoiden maajoukkueleirityksessä käytettävästä testipatteristosta voidaan sanoa, että se on tarkoituksenmukainen. Nopean sekä matkavauhtisen juoksun testit lajinomaisuudellaan ovat voimakkaasti yhteydessä kesän kilpailutuloksiin ja erittäin tarkoituksenmukaisia juoksijoiden kilpaillessa matkoilla 800 metristä 3000 metriin. Useinhan nuoret juoksijat juuri näille matkoille keskittyvätkin ja myöhemmällä iällä siirtyvät mahdollisesti pitkille ratamatkoille 5000 ja 10 000 metriin. Mikäli haluttaisiin testata tehokkaammin pitkien juoksumatkojen vaatimuksia, testipatteristoon olisi syytä lisätä, tai ehkä toinen juoksutesti korvata, jollakin pidempiaikaista kestävyyttä testaavalla testillä. Ehkä tällainen voisi olla jokin kes-tojuoksutyyppinen testi, vaikkapa valojäniksellä ohjattu concon- testi. Pitkien ratamatkojen juoksijoita ei joukossa kuitenkaan montaa ole, joten tämän ikäluokan urheilijoille nämä testit ovat varsin sopivat.

Juoksijoiden voimaominaisuuksien testaaminen vaatii vielä hieman kehittelyä. Jalkojen nopeusvoima on hyvinkin keskeisessä asemassa etenkin keskimatkojen juoksijoilla, joten se tulee testiohjelmassa säilyttää. Vatsalihasten suhteellisen voiman merkityksen korostuminen pitkillä ratamatkoilla selittynee kevytrakenteisempien juoksijoiden paremmalla soveltuvuudella pidempiin suorituksiin. Keskivartalon testaamisesta ei tule kuitenkaan luopua, vaan testausta tulee kehittää.

Keskivartalon voimaa mitattiin staattisella keskivartalodynamometrillä ja jalkojen nopeusvoimaa vastaavasti dynaamisella kevennyshypyllä. Eihän mikään urheilusuoritus ole sellainen, jossa jokin lihasryhmä tekisi koko ajan staattista työtä, ellei ammuntaa lasketa urheiluksi. Ajatuksena lienee, että juoksussa ylävartalon asento on staattinen ja muuttumaton. Mutta onko se? Juoksijan ylävartalohan tekee koko ajan pientä liikettä edestakaisin ja vartalon lihakset vuorotellen supistuvat ja rentoutuvat. Minkälaisia tuloksia mahdettaisiin saada jos keskivartalon voimaominaisuuksia tutkittaisiinkin jollakin dynaamisella liikkeellä? Onhan niin, että askeleen tehokkuus riippuu paljolti keskivartalon ominaisuuksista. Kimmoisa askel ei synny rautakangen jäykästä lantiosta, vaan jousimaisesta keskivartalosta, joka antaa kimmoisan vastikkeen juoksu- alustaan. Mikäli jalkojen nopeusvoima on merkitsevästi yhteydessä juoksunopeuteen, niin miksei myös keskivartalon nopeusvoima? Jalathan eivät ole erillinen muun vartalon ulkopuolinen yksikkö, jotka määrittävät juoksijan nopeuden, vaan sen määrittää kehon kokonaisvaltainen toiminta.

Mitä muuta testistöön sitten tulisi mahdollisesti lisätä? Jatkotutkimuksena voitaisiin patteristoon ottaa mukaan liikkuvuustestit. Venyttelyn kannattavuudesta ja hyvän liikkuvuuden hyödyistä ja haitoista väitellään paljon ja on tehty tutkimuksia sekä puoleen että toiseen. Jatkotutkimuksessa voitaisiin selvittää liikkuvuuden vaikutuksia juoksun taloudellisuuteen sekä vammaalttiuteen. Meron ja Holopaisen mukaan (2004, 369) hyvällä notkeudella on myönteinen vaikutus voimantuottoon, rentouteen, nopeuteen ja kestävyYTEEN. Tästä syystä on suorastaan ihme, että maamme lupaavimpien nuorten kestävyysjuoksijoiden valmennuksessa ei keskitytä enempää liikkuvuusominaisuuksiin. Liikkuvuustestien ottaminen mukaan testipatteristoon antaisi nuorille kestävyysjuoksijoille tärkeän signaalin venyttelyn ja lihashuoltotoimenpiteiden tärkeydestä.

Lähteet

Aalto, R. 2008. Kuntoilijan käsikirja. Docendo Sport. Jyväskylä.

Ahtiainen, J. 2004. Notkeus. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. s. 180- 185. Liikuntatieteellinen Seura. Helsinki.

Bauersfield, K-H. & Schröter, G. 1989. Yleisurheiluvalmennuksen perusteet. Valmennuskolmio Oy. Jyväskylä.

Fogelholm, M. & Vuorimaa, T. 1991. Valmennus & kunto. Haasteena pitkät kestävyyslajit. Erikoislehdet Oy/ Valmennus & Kunto- lehti. Jyväskylä.

Juuti, R. 2005. Kuormitusylikuormitusten yhteys juoksun taloudellisuuteen yhdistetyn voima- ja kestävyyslajien harjoittelun aikana. Jyväskylä. Luettavissa:

<https://jyx.jyu.fi/dspace/bitstream/handle/123456789/19929/Juuti.pdf?sequence=1>

Luettu: 20.09.2009.

Kallinen, M. 2004. Kuntotestauksen turvallisuus ja vastuukysymykset. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. s. 23- 43. Liikuntatieteellinen Seura. Helsinki.

Kansainvälinen yleisurheiluliitto 2009. Luettavissa:

<http://www.iaaf.org/statistics/recbycat/index.html>. Luettu: 21.7.2009.

Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. 2004. Ammattimainen kuntotestaustoiminta. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. s. 11- 21. Liikuntatieteellinen Seura. Helsinki.

Keskinen, O., Mänttari, A. & Keskinen, K. 2004. Aerobisen kestävyysarvion kriteerit kenttätesteillä. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. s. 104- 117. Liikuntatieteellinen Seura. Helsinki.

Mero, A. 2004a. Urheilulahjakkuuksien etsintä. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. Urheiluvalmennus. s. 400- 409. VK- Kustannus Oy. Lahti.

Mero, A. 2004b. Nopeus. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. s. 164- 168. Liikuntatieteellinen Seura. Helsinki.

Mero, A. & Holopainen, M. 2004. Notkeus. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. Urheiluvalmennus. s. 364- 369. VK- Kustannus Oy. Lahti.

Mero, A., Jouste, P. & Keränen, T. 2004. Nopeus. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. Urheiluvalmennus. s. 293- 310. VK- Kustannus Oy. Lahti.

Mero, A., Kyröläinen, H. & Häkkinen, K. 2004. Hermolihasjärjestelmän rakenne ja toiminta. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. Urheiluvalmennus. s. 37- 71. VK- Kustannus Oy. Lahti.

Mero, A., Peltola, E. & Saarela, J. 1987. Nopeus- ja nopeuskestävyysharjoittelu. Mero Oy. Jyväskylä.

Nummela, A. 2004a. Kestävyysuorituskykyä selittävät tekijät. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. s. 51- 59. Liikuntatieteellinen Seura. Helsinki.

Nummela, A. 2004b. Nopeuskestävyys. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. Urheiluvalmennus. s. 315- 331. VK- Kustannus Oy. Lahti.

Nummela, A. 2004c. Anaerobisen kestävyysden testit. Teoksessa Keskinen, K., Häkkinen, K. & Kallinen, M. Kuntotestauksen käsikirja. s. 117- 124. Liikuntatieteellinen Seura. Helsinki.

Nummela, A., Keskinen, K. & Vuorimaa, T. 2004. Kestävyys. Teoksessa Mero, A., Nummela, A., Keskinen, K. & Häkkinen, K. Urheiluvalmennus. s. 333- 363. VK- Kustannus Oy. Lahti.

Oikarinen, E., Selvinen, T., Salmimies, P., Karvonen, J., Latvala, J. & Fogelholm, M. 1988. Kestävyysjuoksu. Suomen Urheiluliitto. Helsinki.

Oja, P. 1999. Fyysinen kunto ja terveystunto: mitä ne ovat ja miten niitä mitataan. Teoksessa Vuori, I. & Taimela, S. Liikuntalääketiede. s. 57- 72. Duodecim. Helsinki.

Oja, P., Mänttari, A., Pokki, T., Kukkonen- Harjula, K., Laukkanen, R., Malmberg, J., Miilunpalo, S. & Suni, J. 2006. UKK- kävelytesti- testaaajan opas. UKK- instituutti. Tampere.

Paunonen, A. 2001. Testit tukevat harjoittelua. Juoksija-lehti, 31, 8, s. 22- 23.

Paunonen, A. 2003. Kankeat mutta kestävät. Juoksija- lehti, 33, 1, s. 14.

Paunonen, A. 2004. Keskimatkoille kestävyysden kautta. Juoksija-lehti, 34, 9, s. 18- 22.

Paunonen, A. 2005. Juoksijan testit vertailussa. Juoksija- lehti, 35, 6- 7, s. 34- 36.

Rusko, H. 1989. Kestävyysden osatekijät. Teoksessa Tuominen, K., Kantola, H., Kujala, A., Luhtanen, P., Rusko, H. & Viitasalo, J. Suomalainen valmennusoppi, harjoittelu. s. 151- 164.

Sinkkonen, K. 2000. Juoksukirja. Ajatus kustannusosakeyhtiö. Helsinki.

Viitasalo, J. 1989. Testit ja harjoittelun seuranta. Teoksessa Tuominen, K., Kantola, H., Kujala, A., Luhtanen, P., Rusko, H. & Viitasalo, J. Harjoittelu. s. 357- 366. Urheilusyke oy. Helsinki.

Viitasalo, J., Raninen, J. & Liitsola, S. 1985. Voimaharjoittelu- perusteet ja käytännön toteutus. Finntrainer Oy. Jyväskylä.

Vuorimaa, T. 1989. Kestävyysjuoksijan harjoittelu. Teoksessa Tuominen, K., Kantola, H., Kujala, A., Luhtanen, P., Rusko, H. & Viitasalo, J. Suomalainen valmennusoppi, harjoittelu. s. 164- 171.

Vuorimaa, T. 1997. Kestävyysjuoksu. Teoksessa Mero, A., Nummela, A. & Keskinen, K. Nykyaikainen urheiluvalmennus. s. 511- 526. Mero Oy. Jyväskylä.

Vuorimaa, T. 2005. Harjoittelutieto talteen. Juoksija- lehti, 35, 2, s. 19- 20.

Vuorimaa, T. & Seppänen, L. 1989. Kestävyysjuoksuvalmennus. Suomen Urheiluliitto Ry. Helsinki.

Westerback, S. 2006. Kuntosalikoulutus. Suomen Kuntoliikuntaliitto, KUNTO ry. Helsinki.